

PCT/UA96/00016



11 DEC 1997

ДЕРЖАВНЕ ПАТЕНТНЕ ВІДОМСТВО  
Науково-дослідний центр патентної експертизи

PCT/UA96/00016

252133, Київ, б-р Лесі Українки, 26

Телефон: 295-61-97

№ 30915 " 11.12 " 1997 р.

Державне патентне відомство України засвідчує, що доданий опис  
/і креслення/ винаходу Телевізійна система високої  
розрізняльної здатності

є точним відтворенням первісного опису заявки № 96093517  
поданої до Державного патентного відомства України 10.09.96  
на видачу патенту України.

Заявник/и/ Мірошніченко С.І., Жилко Є.О., Кулаков В.В.,  
Невгасимий А.О.

PRIORITY DOCUMENT

Дійсний/і/ автор/и/ винаходу Мірошніченко С.І., Жилко Є.О.,  
Кулаков В.В., Невгасимий А.О.



За дорученням голови  
Держпатенту України

І.Дятлик

Best Available Copy

## ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Изобретение относится к структурным схемам телевизионных систем высокого разрешения с использованием по меньшей мере двух телекамер и средств "сшивания" целого изображения из частей. Такие системы могут быть использованы преимущественно для нужд рентгеновской функциональной диагностики, например:

для ангиографических исследований с использованием рентгеноконтрастных веществ, в частности для определения проходимости сосудов и оценки эффективности кровоснабжения органов и тканей,

для рентгеноскопического контроля хода хирургических операций с применением зондов, катетеров и т.п. инструментов, вводимых в организм через пищевод, анус или кровеносные сосуды,

для рентгеноскопии легких, сердца, желудка и других подвижных органов,

для бесплёночной рентгенографии в травматологии,

для бесплёночной флюорографии при массовых обследованиях населения и

для рентгенографии в урологии и других областях, где необходимо периодическое наблюдение медленного распространения рентгеноконтрастного вещества в организме.

Обследования указанных типов по мере развития медицины становятся всё более массовыми и - в совокупности - дорогостоящими процедурами. Поэтому отказ от ещё недавно привычных фотографии и киносъёмки с использованием плёночных (и, в особенности, рентгеночувствительных) материалов уже довольно давно стал серьёзной проблемой.

Естественно, что на современном уровне развития телевидения и вычислительной техники переход на "бесплёночную" рентгенодиагностику возможен прежде всего путём создания (рентгено)телевизионных систем.

Однако на этом пути существует несколько принципиальных затруднений.

Первое из них обусловлено протеканием многих физиологических процессов (особенно кровообращения) с такой скоростью, при которой введенные в кровяное русло рентгеноконтрастные вещества покидают зону наблюдения за время примерно от долей секунды до нескольких секунд. Поэтому объективно существует потребность в довольно высокоскоростной (с частотой смены изображений не менее 25 кадр/с) телевизионной съёмке.

Далее, диагностическая ценность рентгенотелевизионных изображений в существенной степени зависит от их разрешающей способности. Иначе говоря, их чёткость (от 3 до 5 пар линий на 1 мм) и контрастность должны быть не хуже, чем у изображений на плёнке. Соответственно, должно допускаться разложение целостного изображения не менее, чем на 3000 x 4000 элементов.

И, наконец, (рентгено)телевизионные системы должны быть как можно более простыми и, соответственно, технологичными в изготовлении, доступными по цене, надёжными и удобными в эксплуатации.

Раздельное выполнение указанных требований путём построения телевизионных систем с использованием специализированных телекамер не представляет существенных затруднений.

Действительно, уже известна построенная на МОП-структурах (металл-оксид-полупроводник) и имеющая в выходных каскадах также МОП-транзисторы телевизионная камера (далее сокращённо - телекамера) модели KAF-16800 (фирма Kodak) с форматом 4096x4096 элементов (News Briefs, Tech Briefs... Medical Imaging, The Business Magazine For Technology Management, Vol. 10, N° 12, 1995, p.20).

Эта телекамера - по имеющимся данным - уникальна по разре-

шающей способности.

Однако из-за необходимости коррекции аберраций она имеет весьма сложную конструкцию (особенно в оптической части), а потому дорога в изготовлении и эксплуатации. Кроме того, МОП-структуры обеспечивают частоту смены изображений не более 0,5 кадр/с, что допустимо, например для бесплёночной рентгенографии в травматологии, но существенно ниже требуемого минимума 25 кадр/с для ангиографии и даже для контроля хода хирургических операций (около 7 кадр/с).

Поэтому не прекращаются попытки повысить разрешающую способность и частоту смены изображений в (рентгено)телевизионных системах с использованием существенно более дешёвых и высоконадёжных традиционных телекамер.

Так, на трубке типа XQ5002 фирмы Philips построена телевизионная система с развёрткой на 2000 строк с разрешением по строке не более 1350 элементов (Murphy G., Bitler W., Lybrook J., Slevener T., Broemelsiek M. The application of a Plumbicon TV-camera tube in 2000-line system // Proc.SPIE.- 1994, Vol. **2163**, P.333-339).

Из-за ограниченной 20-ю МГц полосы частот видеосигнала эта система имеет частоту смены изображений не более 7,5 кадр/с. Такая частота смены изображений достаточна, например для рентгеноскопического контроля хода хирургических операций, но явно недостаточна для ангиографических исследований. Обычные для специалистов в данной области техники расчёты показали, что расширением полосы частот видеосигнала до 30 МГц можно было бы добиться разрешения до 2000 элементов по строке, но при той же частоте смены изображений 7,5 кадр/с. Однако это расширение затруднено необходимостью создания специализированного предварительного видеоусилителя с использованием входных широкополосных каскадов и необходимостью снижения уровня собственных шумов телевизионной передающей трубки.

Увеличение разрешающей способности до уровня 2000 x 2000



элементов в одном кадре достигнуто в (рентгено)телевизионной системе для гастроинтестинальных исследований с использованием телекамер SATICON, которые оптически подключают к источнику рентгеновского излучения через оптический распределитель и рентгеновский электронно-оптический преобразователь (Ogura N., Masuda Y., Fujita H. Technical and clinical evaluations of a 2048x2048 matrix digital radiography system for gastrointestinal examinations // Ibid. 1991, Vol. **1443**, P.401-403). Это позволило получить частоту смены изображений всего 0,94 кадр/с.

Во избежание расширения полосы частот видеосигнала путём преодоления указанных выше технических трудностей такую телевизионную систему целесообразно использовать лишь для наблюдения медленно протекающих физиологических процессов, а быстро протекающие процессы могут быть засняты на широкую (до 100 мм) киноплёнку для последующего анализа.

Указанные средства удобны (хотя и дороги) для диагностических исследований в ситуациях, когда жизни пациента не угрожает непосредственная опасность, но практически неприменимы для рентгеноскопического контроля хода хирургических операций и малоприменимы при массовых флюорографических обследованиях населения.

Попытки применения в (рентген)телевизионных системах с частотой смены изображений не менее 25 кадр/с телекамер высокого разрешения на крупноформатных матрицах полупроводниковых приборов с зарядовой связью (далее сокращённо ИЗС), описанных Ninkov Z. et al (Characterization of a Large Formate CCD Array//Optical Engeneering, 1995. Vol. **34**. № 1), сопряжены с ещё более высокими требованиями к ширине полос частот видеосигналов.

Так, для коммерчески доступных телекамер на матрицах ИЗС полоса частот видеосигналов не превышает 30 МГц. Однако даже для разложения изображений на 2000x2000 элементов при частоте смены изображений 25 кадр/с полоса частот видеосигнала должна составлять около 100 МГц. При переходе же на формат 3000x4000 элементов, что близко к разрешению рентгеновской плёнки размером 30x40

см, полоса частот видеосигнала должна составлять уже около 300 МГц, что многократно превосходит возможности существующих телекамер на матрицах ПЗС.

Естественный выход из указанных трудностей может быть обеспечен путём создания многокамерных телевизионных систем, в которых каждая из быстродействующих телекамер со стандартной полосой частот видеосигнала нацелена на часть объекта исследования или наблюдения, а совокупность полученных изображений может быть использована для представления такого объекта в целом.

Простейшим примером использования этого принципа могут служить телевизионные системы охраны и наблюдения, например, VC-Profi (V701-003), CSS-4223, Videoman (JHV-501), в которых по меньшей мере две телекамеры подключены к общему монитору и/или анализатору суммарного изображения (см. Каталог "Оборудование для систем видеонаблюдения и видеоконтроля" фирмы Ultra Star, Южная Корея, изданный Центром охранных технологий в Москве, 1995, с.36).

Такие системы вполне эффективны для выделения подвижных или малококонтрастных объектов в общем поле наблюдения.

Однако формируемое ими суммарное изображение состоит из односторонне соответствующих полям зрения отдельных телекамер отдельных частей с явно видимыми границами между такими частями, а разрешающая способность таких систем по существу равна разрешающей способности монитора, на который выводят суммарное изображение.

Поэтому эти системы без существенных усовершенствований не могут быть использованы в составе систем наблюдения целостных (требующих детального отображения) объектов, и, в особенности, в составе рентгенодиагностических комплексов для нужд ангиографии (и даже для контроля хода хирургических операций).

Тем не менее, системы такого типа могут послужить основой для создания (рентгено)телевизионных систем высокого разрешения.

Можно полагать, что по технической сущности из числа таких

систем к предлагаемой наиболее близка телевизионная система высокого разрешения (в оригинале - "Multy-source Image Real Time Mixing and Anty-Aliasing") по патенту США 5.351.067 (Lumelsky L. et al).

Эта система имеет:

по меньшей мере два входных канала-источника частей требуемого изображения, в частности, по меньшей мере две телекамеры; последовательно включённые в каждый из указанных каналов:

- аналого-цифровые преобразователи (далее - АЦП),
- оперативное запоминающее устройство (далее - ОЗУ) и
- преобразователи стандартов входных видеосигналов;

средства синтеза выходного видеосигнала, связанные с выходами телекамер и представляющие собой:

- по меньшей мере два смесителя, которые подключены к выходам указанных преобразователей стандартов;

- по меньшей мере два мультиплексора, у которых:

- управляющие входы подключены к общему блоку управления, содержащему (П)ЭВМ, блок буферной памяти и блок распределения видеосигналов,

- на первые информационные входы подключены указанные смесители, а на вторые информационные входы - указанные преобразователи стандартов, и

- которые, начиная со второго, последовательно подключены через третьи информационные входы к предшествующим мультиплексорам, а

- на выход последнего мультиплексора подключён монитор высокого разрешения (дисплей);

центральный процессор на основе (П)ЭВМ.

В описанной телевизионной системе с помощью мультиплексоров достигается существенное (до 260 МГц) расширение общей полосы частот выходного видеосигнала и тем самым решается задача визуализации одновременно на одном экране нескольких изображений, местоположение которых может быть выбрано по желанию оператора в

различных комбинациях и масштабах и которые могут сменять одно другое с частотой 25 и более кадр/с.

Однако, даже при расположении входных телекамер таким образом, чтобы совокупность их полей зрения перекрывала всю площадь какого-либо целостного объекта наблюдения или исследования, на выходе системы не удаётся сформировать целостное изображение без видимых границ полей зрения отдельных телекамер. Этот нежелательный эффект возникает:

во-первых, потому, что в каждом входном каскаде неизбежны (пусть и незначительные каждое в отдельности) геометрические искажения, которые будут тем заметнее проявляться в выходном (синтезированном) видеосигнале, чем ближе к объекту наблюдения или исследования расположены объективы телекамер;

во-вторых, потому, что сугубо аппаратные средства получения исходных данных (телекамеры, АЦП и т.д.) не могут быть абсолютно идентичны по своим эксплуатационным характеристикам.

В результате описанная система не может быть эффективно использована в составе систем наблюдения целостных (требующих детального отображения) объектов, и, в особенности, в составе рентгенотелевизионных диагностических систем высокого разрешения для анализа подвижных изображений, в которых расстояние между объективами телекамер и объектом исследования (например, кровеносной системой) или наблюдения (например, хирургическим зондом, продвигаемым по трубчатому органу) должно быть как можно меньше. Потребность в минимизации указанного расстояния обусловлена:

во-первых, необходимостью уменьшения радиационного воздействия на человеческий организм (а это воздействие можно ослабить, максимально используя световой поток на выходе первичного преобразователя рентгеновского излучения в видимый свет);

во-вторых, необходимостью получения как можно более детальных изображений объектов исследования или наблюдения.

В связи с изложенным в основу изобретения положена задача путём усовершенствования состава и структуры создать такую теле-

визионную систему высокого разрешения, которая обеспечивала бы эффективное "сшивание" отдельных изображений в целостную (исключающую "стыки") картину динамического процесса, характеризующуюся разрешением не менее 3000х4000 элементов с четкостью и контрастностью не хуже, чем у изображений на широкоформатной рентгеновской фото- или киноплёнке.

Поставленная задача решена тем, что в телевизионной системе высокого разрешения, имеющей по меньшей мере две телекамеры, блок аналого-цифровых преобразователей (АЦП), преобразователь стандартов видеосигналов, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), средства синтеза выходного видеосигнала, связанные с выходами телекамер и между собой, и центральный процессор на основе (П)ЭВМ, согласно изобретению, средства синтеза выходного видеосигнала выполнены на основе многоканального корректора геометрических искажений и синхронизатора, при этом указанный корректор подключён через блок АЦП к выходам телекамер и через преобразователь стандартов видеосигналов и ОЗУ - на вход (П)ЭВМ, а синхронизатор подключён через свой управляющий вход - на выход синхронизации по меньшей мере одной из телекамер, а через свои управляющие выходы - на тактовый вход блока АЦП, на адресные входы указанного корректора и на адресные и управляющие синхронизирующие входы преобразователя стандартов видеосигналов.

Выполнение средств синтеза выходного видеосигнала на основе многоканального корректора геометрических искажений и синхронизатора и их включение в структуру системы так, как выше указано, обеспечивает необходимые и достаточные предпосылки для существенного уменьшения влияния геометрических искажений, возникающих во входных каскадах телевизионной системы, на качество выходного (синтезированного) видеосигнала. Действительно, для эффективного "сшивания" отдельных изображений частей исследуемого или наблюдаемого объекта в целостное изображение в большинстве случаев достаточно учесть и устранить частичные перекрытия полей зрения отдельных телекамер и геометрические искажения, вносимые в их

выходные видеосигналы оптическими системами.

Первое дополнительное отличие состоит в том, что телевизионная система снабжена источником первичного (рентгеновского) излучения и преобразователем рентгеновского изображения в видимое изображение, которые последовательно установлены перед телекамерами. Этого дополнения в большинстве случаев достаточно для использования предложенной телевизионной системы в составе рентгенодиагностических комплексов.

Второе дополнительное отличие состоит в том, что телевизионная система снабжена по меньшей мере одним калибровочным тест-объектом в виде пространственной миры, который при настройке системы может быть размещён перед телекамерами. Тем самым облегчается настройка предложенной телевизионной системы на "сшивание" отдельных изображений частей исследуемого или наблюдаемого объекта в целостное изображение этого объекта.

Третье дополнительное отличие состоит в том, что телевизионная система снабжена средством размещения калибровочных тест-объектов в поле зрения и удаления этих объектов из поля зрения телекамер, которое подключено на управляющий синхронизирующий выход синхронизатора, а этот синхронизатор дополнительно взаимосвязан с (П)ЭВМ управляющей цепью обратной связи. Тем самым достигается автоматическая настройка телевизионной системы при необходимости оперативной коррекции качества "сшивания" целостного изображения из изображений отдельных телекамер.

Четвёртое дополнительное отличие состоит в том, что телевизионная система снабжена монитором высокого разрешения, который подключён на информационный выход преобразователя стандартов видеосигналов и ОЗУ. Тем самым обеспечивается возможность непосредственного восприятия оператором "сшитого" целостного изображения объекта исследования или наблюдения (при частоте не менее 25 кадр/с).

Пятое дополнительное отличие состоит в том, что указанный многоканальный корректор геометрических искажений в каждом из

каналов телевизионной системы имеет:

на входе:

- по меньшей мере два идентичных вычислителя откорректированных координат соответственно по горизонтали и вертикали каждого из элементов изображения в выходном видеосигнале, вычисляемых на основе исходных координат аналогичных элементов изображения во входном видеосигнале и поправочных коэффициентов, и

- по меньшей мере два идентичных управляемых блока памяти входного цифрового видеосигнала, подключённых к указанным вычислителям как источникам адресов для считывания информации об откорректированных элементах выходного видеосигнала, а

на выходе:

- инвертор, который включён между указанным выше синхронизатором и одним из указанных управляемых блоков памяти, и

- выходной мультиплексор для поочерёдного подключения выходов указанных управляемых блоков памяти на вход вышеуказанных преобразователя стандартов видеосигналов и ОЗУ.

Такая структура многоканального корректора геометрических искажений предпочтительна для рентгентелевизионных систем, настраиваемых на "сшивание" целостного изображения из изображений, формируемых отдельными телекамерами, с использованием жёстких пространственных мир.

Шестое дополнительное отличие состоит в том, что в указанном многоканальном корректоре:

каждый из указанных вычислителей имеет по меньшей мере:

- один входной компаратор с фиксированным значением порогового цифрового кода, подключённый к выходу одного из АЦП,

- один дешифратор, подключённый на адресные выходы координат пикселей входного изображения с выше указанного синхронизатора и имеющий два управляющих выхода,

- две логические схемы И, каждая из которых подключена к выходу указанного компаратора и к управляющему выходу синхронизатора и одна из которых подключена к первому, а вторая - ко

второму управляющему выходу указанного дешифратора,

- два энергонезависимых ОЗУ, у которых:

- управляющие входы независимо подключены к выходам соответствующих логических схем И и

- адресные и информационные входы также независимо подключены соответственно к адресным выходам выше указанного синхронизатора,

- один дешифратор, подключённый на адресный выход одной из координат каждого из пикселей входного изображения с выше указанного синхронизатора (при этом в первом и втором энергонезависимых ОЗУ первого вычислителя на их информационные входы поступает сигнал, соответствующий одной из координат каждого из пикселей входного изображения, на адресные входы этих же ОЗУ поступает сигнал, соответствующий второй координате каждого из пикселей входного изображения, а на соответствующие входы первого и второго энергонезависимых ОЗУ и на дешифратор второго вычислителя указанные сигналы поступают в обратном порядке),

- один разностный каскад с двумя информационными отдельно подключёнными соответственно к информационным выходам указанных энергонезависимых ОЗУ входами,

- нормировщик для целочисленного деления цифрового параллельного кода сигнала, задающего одну из координат каждого из пикселей искажённого изображения, на цифровой код константы, задающей один из геометрических размеров неискажённого раstra (соответственно по горизонтали в одном и по вертикали в другом вычислителе),

- умножитель для перемножения цифровых кодов одной из нормированных координат каждого из пикселей входного изображения на соответствующий этой координате цифровой код текущего размера искажённого раstra,

- сумматор для сложения цифровых кодов координат начала отображения искажённого поля изображения и текущего приращения координаты обрабатываемого пикселя изображения в том же растре,



а каждый управляемый блок памяти имеет:

- два входных мультиплексора, каждый из которых предназначен для формирования соответствующих цифровых кодов координат пикселей входного и откорректированного изображения, и подключённые к указанным мультиплексорам

- ОЗУ для записи по одним адресам входного видеосигнала и считывания по другим адресам видеосигнала выходного откорректированного изображения.

Описанная структура каналов корректора геометрических искажений наиболее эффективно способствует "сшиванию" целостного изображения из фрагментарных изображений, формируемых отдельными телекамерами, с практически полным исключением потери информации на стыках.

Седьмое дополнительное отличие состоит в том, что указанный преобразователь стандартов видеосигналов объединён с указанным ОЗУ и имеет:

развязанные по информационным входам банки оперативной памяти, количество которых равно количеству телекамер и в каждый из которых включены:

- два мультиплексора адреса и
- два кадровых ОЗУ;

дешифратор управления банками оперативной памяти;

первый цифроаналоговый преобразователь;

буферное ОЗУ, содержащее:

- параллельно подключённые блоки памяти, количество которых равно количеству телекамер и

- дешифратор буферного ОЗУ и

второй цифроаналоговый преобразователь.

Объединение преобразователя стандартов видеосигналов с ОЗУ способствует снижению затрат на аппаратную реализацию указанных функций применительно к телевизионным и, в особенности, рентгенотелевизионным системам, ориентированным на "сшивание" целостного изображения из изображений, формируемых отдельными телека-

мерами.

Восьмое дополнительное отличие состоит в том, что в объединённом преобразователе стандартов видеосигналов с ОЗУ:

(а) в каждом упомянутом банке оперативной памяти:

информационные входы кадровых ОЗУ объединены и подсоединены к соответствующим выходам указанного многоканального корректора геометрических искажений, а их информационные выходы также объединены (в том числе - и между банками) и подключены к информационному входу первого цифроаналогового преобразователя;

первые входы мультиплексоров объединены и подключены к синхронизирующим выходам кодов координат записи откорректированных изображений в кадровые ОЗУ в выше указанном синхронизаторе, а вторые входы мультиплексоров также объединены и подключены к синхронизирующим выходам кодов координат считывания откорректированных изображений из кадровых ОЗУ в выше указанном синхронизаторе;

первые выходы первого мультиплексора подключены к соответствующим входам адреса первого кадрового ОЗУ, а первые выходы второго мультиплексора подключены к соответствующим входам адреса второго кадрового ОЗУ;

второй управляющий вход первого мультиплексора и второй (инверсный) управляющий вход второго мультиплексора подключены к управляющему выходу выше указанного синхронизатора;

первые выходы мультиплексоров подключены к адресным входам, их вторые выходы - к управляющим входам выбора чипов и их третьи выходы - к управляющим входам чтения-записи соответствующих ОЗУ;

(б) во всех банках оперативной памяти:

первые управляющие входы первого и второго мультиплексоров объединены и подключены соответственно к первому, второму и т.д. выходам дешифратора, а

информационные выходы всех кадровых ОЗУ объединены и подключены к информационному входу первого цифроаналогового преобразователя;

(в) управляющий вход дешифратора подключён к управляющему выходу выше указанного синхронизатора;

(г) первый и второй управляющие входы первого цифроаналогового преобразователя соответственно подключены к синхронизирующим выходам выше указанного синхронизатора, а информационный выход этого преобразователя подключён к выше указанному монитору высокого разрешения;

(д) адресные входы блоков памяти буферного ОЗУ объединены и подключены к синхронизирующим выходам выше указанного синхронизатора с кодами координат; их информационные входы подключены к соответствующим выходам выше указанного многоканального корректора геометрических искажений; их информационные выходы объединены и подключены к информационному входу второго цифроаналогового преобразователя; их входы управления чтением-записью подключены к управляющему выходу выше указанного синхронизатора, а информационный вход последнего блока памяти указанного буферного ОЗУ подключён к соответствующему информационному входу кадрового ОЗУ;

(е) управляющие входы дешифратора буферного ОЗУ подключены к соответствующим управляющим выходам выше указанного синхронизатора, а управляющие выходы указанного дешифратора подключены ко входам выбора чипа блоков памяти так, что первый из указанных выходов связан с указанным входом первого блока памяти, второй - со входом второго блока памяти и т.д.;

(ж) информационный вход второго цифроаналогового преобразователя подключён к объединённым информационным выходам блоков памяти, управляющие входы этого преобразователя соответственно подключены к синхронизирующим выходам выше указанного синхронизатора, а его информационный выход подключён к выше указанному блоку ввода видеосигналов в И(ЭВМ).

Описанная конкретная структура объединённого преобразователя стандартов видеосигналов с ОЗУ предпочтительна для формирования целостного крупноформатного изображения высокого разрешения

из многих (10 и более) составных частей, каждая из которых в отдельности характеризуется существенно меньшим разрешением.

Девятое дополнительное отличие состоит в том, что синхронизатор имеет:

первый задающий генератор синхронизирующих сигналов, соответствующих стандарту разрешения телекамер, тактовый выход которого подключён к тактовым входам выше указанных блоков АЦП и многоканального порогового управляющего устройства и

по меньшей мере один второй задающий генератор синхронизирующих сигналов, соответствующих стандарту высокого разрешения синтезируемого изображения;

две группы счётчиков соответственно для координат  $X$  и  $Y$  пикселей изображений, формируемых каждой из телекамер, и

две группы счётчиков соответственно для координат  $X_m$  и  $Y_m$  пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения;

по меньшей мере один селектор синхроимпульсов, предназначенный для выделения из полного телевизионного сигнала исходных синхронизирующих импульсов и формирования выходных горизонтальных и вертикальных синхронизирующих импульсов;

два цифровых компаратора соответственно для кодов координат  $X_m$  и  $Y_m$ ;

два одновибратора для формирования горизонтальных (строчных) и вертикальных (кадровых) импульсов, соответствующих стандарту высокого разрешения;

по меньшей мере один счётчик количества пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения;

схему И для конъюнкции при формировании управляющих сигналов для вышеуказанного корректора геометрических искажений;

входной регистр для приёма указанным синхронизатором команд управления, поступающих от указанной (П)ЭВМ;

выходной регистр для выдачи информации о состоянии указанного синхронизатора в указанную (П)ЭВМ и

дешифратор адреса программно формируемого порта указанной

(П)ЭВМ для выдачи в указанный синхронизатор команд управления, при этом:

первый задающий генератор подключён к счётному входу первой группы счётчиков координат  $X$ ;

счётный вход второй группы счётчиков координат  $Y$  подключён к выходу горизонтальных синхронизирующих импульсов селектора синхроимпульсов;

первая группа счётчиков координат  $X_m$  подключена по счётному входу к выходу второго задающего генератора синхронизирующих сигналов;

счётный вход второй группы счётчиков координат  $Y_m$  подключён к выходу счётчиков координат  $X_m$  через последовательно соединённые один из цифровых компараторов и один из одновибраторов;

входы сброса первой группы счётчиков координат  $X$  и первой группы счётчиков координат  $X_m$  подключены к выходу горизонтальных синхронизирующих импульсов селектора синхроимпульсов;

вход сброса второй группы счётчиков координат  $Y$  подключён к такому выходу селектора синхроимпульсов, с которого должны быть сняты вертикальные синхронизирующие импульсы, соответствующие полному кадру выходного изображения телекамер;

вход сброса второй группы счётчиков координат  $Y_m$  подключён к такому выходу селектора синхроимпульсов, с которого должны быть сняты вертикальные синхронизирующие импульсы, соответствующие полукадру выходного изображения телекамер;

выход первой группы счётчиков координат  $X_m$  подключён:

- ко входам всех мультиплексоров и на вход дешифратора управления банками оперативной памяти вышеуказанного преобразователя стандартов видеосигналов с ОЗУ и

- через последовательно соединённые первый цифровой компаратор и первый одновибратор к цифроаналоговому преобразователю этого же преобразователя с ОЗУ, а также

- к счётному входу второй группы счётчиков координат  $Y_m$ ;

выход второй группы счётчиков координат  $Y_m$  подключён:

- ко входам всех мультиплексоров вышеуказанного преобразователя стандартов видеосигналов с ОЗУ и

- через последовательно соединённые второй цифровой компаратор и второй одновибратор - к цифроаналоговому преобразователю этого же преобразователя с ОЗУ, а также

- к счётному входу счётчика количества пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения;

входной регистр подключён:

- по параллельному входу данных - к (П)ЭВМ,

- по первому выходу - ко входу сброса счётчика количества пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения и управляющему входу преобразователя стандартов видеосигналов с ОЗУ,

- по второму выходу - ко второму входу схемы И;

- по третьему выходу - ко входу сброса D-триггера;

выходной регистр подключён:

- по первому входу - к выходу вертикальных синхронизирующих импульсов выше указанного селектора синхроимпульсов,

- по второму входу - к выходу счётчика количества пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения, а

- по выходу - к (П)ЭВМ;

дешифратор адреса программно формируемого порта (П)ЭВМ для выдачи в вышеуказанный синхронизатор команд управления подключён:

- по входу - к шине адреса (П)ЭВМ, а

- по выходу - к входу входного регистра;

счётчик количества пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения дополнительно подключён на управляющий вход дешифратора буферного ОЗУ вышеуказанного преобразователя стандартов видеосигналов с ОЗУ.

Несмотря на кажущееся обилие функциональных блоков описанная форма выполнения синхронизатора представляет собою наиболее простое воплощение изобретательского замысла для нужд предложенной (рентген)телевизионной системы высокого разрешения.

Десятое дополнительное отличие состоит в том, что синхронизатор дополнительно снабжён второй схемой И и D-триггером, причём:

указанная схема И по одному входу подключена к выходу задающего генератора синхронизирующих сигналов, соответствующих стандарту разрешения телекамер, по второму входу - к инверсному выходу D-триггера, а выход может быть использован в дополнительной цепи формирования входных сигналов для вышеуказанного корректора геометрических искажений, а

указанный D-триггер подключён:

- по информационному входу - к управляющему выходу вышеуказанного многоканального порогового управляющего устройства,

- по синхронизирующему входу - к выходу селектора синхроимпульсов, соответствующих целому кадру входного изображения,

- по входу сброса - к третьему выходу вышеуказанного входного регистра.

Указанные дополнения способствуют повышению качества работы корректора геометрических искажений и, соответственно, качества выходного изображения.

Одиннадцатое дополнительное отличие состоит в том, что телевизионная система дополнительно снабжена цифровым корректором амплитуд видеосигналов, который включён на вход многоканального корректора геометрических искажений, межкадровыми накопителями цифровых видеосигналов, количество которых обычно равно количеству телекамер и которые включены между блоком АЦП и указанным цифровым корректором амплитуд видеосигналов, и многоканальным пороговым управляющим устройством; которое включено на выходы цифрового корректора амплитуд видеосигналов, через вышеуказанный синхронизатор подключено к управляющим входам межкадровых накопителей цифровых видеосигналов и снабжено управляющим выходом обратной связи с источником первичного (рентгеновского) излучения.

Такая более сложная телевизионная система высокого разреше-

ния наиболее предпочтительна для нужд рентгенодиагностики.

Двенадцатое дополнительное отличие состоит в том, что цифровой корректор амплитуд видеосигналов выполнен многоканальным и в каждом канале имеет:

два энергонезависимых ОЗУ, которые соответственно предназначены для хранения кодов поправочных коэффициентов уровня "чёрного" и максимального размаха видеосигнала для каждого пиксела входного изображения от соответствующей (данному каналу) телекамеры;

разностный каскад для вычисления разности кодов входного сигнала и уровня "чёрного" для каждого пиксела входного изображения от соответствующей телекамеры;

делитель для вычисления нормировочных коэффициентов амплитудной коррекции входных видеосигналов делением константы, задающей для выбранных телекамер и АЦП код максимального размаха видеосигнала, на изменяющийся код, соответствующий максимальному размаху видеосигнала для каждого текущего пиксела входного изображения от соответствующей телекамеры;

дешифратор адреса программно формируемого порта (П)ЭВМ для выдачи команд управления в данный канал цифрового корректора амплитуд видеосигналов, у которого вход подключён к шине адреса (П)ЭВМ;

входной регистр для приёма команд управления, поступающих от (П)ЭВМ, у которого:

- первый вход подключён к шине данных (П)ЭВМ, второй вход - к выходу дешифратора адреса, а
- выходы подключены к управляющим входам энергонезависимых ОЗУ;

выходной умножитель для формирования кодов нормированного выходного видеосигнала перемножением упомянутых нормировочных коэффициентов на упомянутый код сигнала разности,

причём:

первое ОЗУ подключено:



- по информационному входу - к выходу соответствующего канала вышеуказанного блока АЦП,

- по управляющему входу - к первому выходу входного регистра,

второе ОЗУ подключено:

- по информационному входу - к выходу указанного разностного каскада,

- по управляющему входу - ко второму выходу входного регистра, а

по адресным входам оба ОЗУ подключены к выходу **X, Y** вышеуказанного синхронизатора;

разностный каскад подключён:

- по первому входу - к выходу соответствующего канала вышеуказанного блока АЦП,

- по второму входу - к выходу первого ОЗУ,

- по выходу - на первый вход указанного умножителя;

делитель подключён между выходом второго ОЗУ и вторым входом умножителя.

Описанная структура цифрового корректора амплитуд видеосигналов предпочтительна для рентгеноскопических телевизионных систем высокого разрешения, которые в связи с ограничениями допустимых поглощённых доз должны устойчиво работать при как можно более низких плотностях мощности рентгеновского излучения. Особенно важно применение таких корректоров в системах рентгеноскопического мониторинга хода хирургических операций.

Тринадцатое дополнительное отличие состоит в том, что многоканальное пороговое управляющее устройство имеет:

(а) в каждом канале:

- первый компаратор для сравнения кодов пикселей изображения, формируемого соответствующей данному каналу телекамерой, с кодом порога,

- схему **И**, которая по первому входу подключена к выходу компаратора и предназначена для стробирования тактового сигнала

выходным сигналом этого компаратора,

- счётчик, счётный вход которого подключён к выходу указанной схемы И и который служит для подсчёта количества таких пикселей в кадре изображения, соответствующем подключённой к данному каналу телекамере, код которых превышает заданное пороговое значение яркости,

- регистр, информационный вход которого подключён к выходу счётчика и который служит для хранения параллельного выходного кода этого счётчика,

- второй компаратор, вход которого через указанный регистр подключён к выходу указанного счётчика и который служит для сравнения выходного кода этого счётчика с заданным пороговым количеством пикселей изображения, имеющих яркость не менее упомянутого порогового значения, и

- триггер, у которого информационный вход соединён с выходом указанного компаратора и который служит для записи логического выходного сигнала этого компаратора по концу синхронизирующего кадрового импульса от вышеуказанного синхронизатора; и

(б) общие для всех каналов:

- дешифратор адреса программно формируемого порта (П)ЭВМ для выдачи в многоканальное пороговое управляющее устройство кодов пороговых значений яркости, количества пикселей с яркостью не менее порогового значения и количества каналов, с логическим уровнем "1" на выходах, у которого вход подключён к шине адреса (П)ЭВМ,

- входной регистр для приёма кодов указанных пороговых значений, поступающих от (П)ЭВМ, у которого первый (информационный) вход подключён к шине данных (П)ЭВМ, а второй (тактовый) вход - к выходу дешифратора адреса, первый выход (кода порогового значения яркости) подключён к объединённым первым входам первых компараторов всех каналов, а второй выход (кода количества пикселей с яркостью не менее заданной) - к объединённым вторым входам вторых компараторов всех каналов,

- мультиплексор для мультиплексирования выходных сигналов всех каналов, у которого каждый из информационных входов подключён к выходам триггеров соответствующих каналов, а управляющий вход - к синхронизирующему выходу вышеуказанного синхронизатора с кодом координаты X;

- схема И для стробирования тактового сигнала выходным сигналом указанного мультиплексора, у которой первый вход подключён к выходу мультиплексора, а второй вход соединён с объединёнными вторыми входами указанных схем И каждого из каналов многоканального порогового управляющего устройства и подключён к тактовому выходу вышеуказанного синхронизатора;

- счётчик для подсчёта количества тех каналов, сигналы на выходах триггеров которых имеют логический уровень "1", и который подключён по счётному входу - к выходу указанной схемы И, а по входу сброса через инвертор - к выходу синхронизирующих кадровых импульсов вышеуказанного синхронизатора,

- компаратор для сравнения выходного кода счётчика с пороговым значением количества каналов с логическим уровнем "1" на выходах, подключённый по первому и второму информационным входам соответственно к выходу счётчика и к третьему выходу указанного входного регистра, а по выходу - к контроллеру источника первичного (рентгеновского) излучения,

- триггер для записи и хранения выходного сигнала указанного компаратора, подключённый по информационному входу - к выходу указанного компаратора, по тактовому входу через указанный инвертор - к выходу синхронизирующих кадровых импульсов вышеуказанного синхронизатора, а по управляющему выходу - к вышеуказанным межкадровым накопителям через вышеуказанный синхронизатор,

при этом

(в) в каждом из каналов объединены и совместно подключены к выходу синхронизирующих кадровых импульсов вышеуказанного синхронизатора:

- входы сброса счётчиков количества пикселей с яркостью не

менее заданного значения,

- тактовые входы всех регистров и
- тактовые входы всех триггеров, и

(г) вторые входы первых компараторов всех каналов подключены к соответствующим информационным выходам вышеуказанного цифрового корректора амплитуд видеосигналов.

Предложенная форма выполнения многоканального порогового управляющего устройства позволяет при использовании предложенной (рентгено)телевизионной системы для массовых рентгенографических обследований, во-первых, эффективно управлять работой источника первичного рентгеновского излучения по критериям допустимой поглощенной дозы и требуемого качества синтезируемого целостного изображения и, во-вторых, оптимизировать работу межкадровых накопителей.

Далее сущность изобретения поясняется подробным описанием предложенного устройства со ссылками на прилагаемые чертежи, где изображены на:

фиг.1 - структурная схема предложенной телевизионной системы высокого разрешения в наиболее простой форме аппаратной реализации изобретательского замысла;

фиг.2 - структурная схема предложенной телевизионной системы высокого разрешения в усовершенствованной форме аппаратной реализации изобретательского замысла;

фиг.3 - функциональная схема многоканального корректора геометрических искажений;

фиг.4 - функциональная схема преобразователя стандартов с оперативной памятью (ОЗУ);

фиг.5 - функциональная схема синхронизатора;

фиг.6 - функциональная схема одного канала многоканального корректора амплитуд видеосигналов с фиг.2;

фиг.7 - функциональная схема одного канала межкадрового накопителя с фиг.2;

фиг.8 - функциональная схема многоканального порогового уп-

правляющего устройства с фиг.2;

фиг.9 - схематическое изображение тест-объекта с вертикальным расположением пространственной миры;

фиг.10 - схематическое изображение тест-объекта с горизонтальным расположением пространственной миры.

Предложенная телевизионная система высокого разрешения в наиболее простой форме аппаратной реализации (см. фиг.1), как минимум, имеет:

по меньшей мере две телекамеры 1, которые:

- совместно юстированы таким образом, чтобы поля их зрения незначительно перекрывались (эти телекамеры могут быть расположены рядами по горизонтали и/или вертикали, а при необходимости - по диагонали произвольного прямоугольного контура) и
- обычно электрически взаимосвязаны внешней цепью синхронизации кадровой и строчной развёртки, работающей с выхода одной из телекамер;

блок 2 аналого-цифровых преобразователей (далее - АЦП), количество которых равно количеству электрически подключённых на их входы телекамер 1 и каждый из которых имеет не обозначенный особо тактовый вход;

многоканальный корректор 3 геометрических искажений видеосигналов, имеющий (не обозначенные особо, как и далее в подобных случаях, поскольку это очевидно специалистам в области электроники):

- сигнальные входы, подключённые на выходы блока 2 АЦП,
- управляющий вход для подачи адресов, тактовых импульсов и команд;
- выходы откорректированных цифровых видеосигналов;

преобразователь 4 стандартов телевизионного изображения, объединённый с оперативным запоминающим устройством (ОЗУ) на основе, например статической памяти (в частности типа SRAM 128Kx8 в виде коммерчески доступных микросхем TC558128AJ фирмы TOSHIBA), который:

- электрически подключён к сигнальным выходам указанного корректора 3,

- имеет управляющий вход для подачи адресов, тактовых импульсов и команд и

- снабжён по меньшей мере одним информационным выходом, а предпочтительно - двумя информационными выходами для подачи откорректированных аналоговых видеосигналов потребителям;

блок 5 ввода видеосигналов (вновь в цифровой форме) в электронно-вычислительную машину (предпочтительно персональную ЭВМ), который электрически подключён к одному из информационных выходов указанного преобразователя 4 и имеет по меньшей мере одну пару "информационный вход - информационный выход";

быстродействующую (П)ЭВМ 6, которая прямой и обратной связями через указанную пару "информационный вход - информационный выход" электрически подключена к указанному блоку 5;

синхронизатор 7, который имеет:

- управляющий синхронизирующий вход, электрически подключённый к последней из телекамер 1 для приёма синхросигналов кадровой и строчной развертки,

- управляющие синхронизирующие выходы на тактовые входы каждого из АЦП в блоке 2,

- вход-выход для информационной обратной связи с указанной (П)ЭВМ 6;

- управляющие и синхронизирующие выходы на адресные входы указанного многоканального корректора 3,

- управляющие и синхронизирующие выходы на указанный преобразователь 4 стандартов телевизионного изображения с ОЗУ и

- управляющий и синхронизирующий выход на указанное и обозначенное далее средство облегчения настройки системы.

Ко второму, дополнительному выходу указанного преобразователя 4 стандартов телевизионного изображения с ОЗУ может быть подключён монитор 8 высокого разрешения для непосредственной демонстрации телевизионного (в частности, рентгенотелевизионного)

изображения потребителю визуальной информации.

Телевизионные камеры 1 могут быть как обычными (например на передающих электронно-лучевых трубках типа ВИДИКОН), так и (что более предпочтительно) на матрицах ПЗС, в частности типа MTV-1802 фирмы Mintron Enterprise (USA), или типа ТК 2048 фирмы Tektonix (USA) с 2048x2048 элементов изображения со скрытым каналом, трехфазным управлением и динамическим диапазоном 80 дБ (такая матрица имеет размеры 55,3x55,3 мм и размеры пиксела 27x27 мкм).

Телекамеры первых двух из указанных типов предпочтительны для быстродействующих (рентгено)телевизионных систем с частотой смены изображений не менее 25 кадр/с. Телекамеры третьего типа предпочтительны для телевизионных систем высокого разрешения для обработки крупноформатных исходных изображений с минимальным количеством "сшивок" отдельных частей в целостное итоговое изображение (например, при архивировании аэро- или космических фотоснимков, при котором частота смены кадров не является критическим параметром).

В качестве АЦП в составе блока 2 могут быть использованы любые подходящие коммерчески доступные микросхемы, например типа AD876 производства фирмы Analog Device, USA; возможно также использование многоканального АЦП с электрически развязанными каналами по числу телекамер 1.

Многоканальный корректор 3 геометрических искажений детально описан ниже со ссылками на фиг.3.

Преобразователь 4 стандартов телевизионного изображения с ОЗУ может быть выполнен на основе многоканального ОЗУ, дешифратора и мультиплексоров, как он подробно описан ниже со ссылками на фиг.4.

Блок 5 ввода видеосигнала в (П)ЭВМ 6 может быть выполнен в виде коммерчески доступных хорошо известных специалистам стандартных устройств, например серии AVER.

В качестве быстродействующей (П)ЭВМ 6 может быть использо-

- 27 -

ван любой подходящий компьютер (предпочтительно на процессорах Pentium).

Синхронизатор 7, который более подробно показан на фиг.5 и далее детально описан, может быть реализован на основе известных специалистам по электронике подходящих селекторов синхросигналов кадровой и строчной развёртки и подходящих генераторов управляющих тактовых и адресных импульсов.

В описанном виде предложенная телевизионная система может быть использована как таковая для нужд, например, электронного архивирования (в цифровой форме) крупноформатных (например: аэрофото- или рентгеновских) снимков.

И, наконец, при использовании предложенной телевизионной системы в составе более сложных, например рентгенодиагностических; комплексов она должна иметь преобразователь 9 электромагнитного излучения из одного частотного диапазона в другой частотный диапазон (в частности, рентгеновского излучения в видимое излучение).

Этот преобразователь 9 обычно имеет вид не обозначенного особо преимущественно рентгеночувствительного флуоресцентного экрана, или рентгеновского электроннооптического преобразователя (РЭОП), или сцинтиллирующей оптоволоконной пластины.

При этом объективы всех телекамер 1 должны быть обращены к указанному преобразователю 9 со стороны его оптического выхода. Соответственно, в системе должен быть предусмотрен размещённый на оптическом входе преобразователя 9 подходящий источник 12 первичного (в частности, рентгеновского) излучения, выбор которого для нужд рентгеноскопии или рентгенографии не представляет существенных затруднений для специалистов.

Для облегчения настройки, в особенности, в случаях изменения количества и/или взаиморасположения телекамер 1 и/или их расстояния до объекта наблюдения или исследования и/или до преобразователя 9 весьма предпочтительно, чтобы в состав телевизионной системы были включены:



калибровочные тест-объекты 10 и

средство 11 их размещения в поле зрения телекамер 1 при юстировке и настройке телевизионной системы и их удаления из поля зрения телекамер 1 перед выходом на рабочий режим, подключённое к управляющему синхронизирующему выходу синхронизатора 7, и

чтобы синхронизатор 7 был соединён упомянутой целью информационной обратной связи с указанной (П)ЭВМ 6;

Калибровочные тест-объекты 10 представляют собой пространственные миры, которые более подробно описаны ниже.

В качестве средства 11 размещения и удаления тест-объектов 10 могут быть использованы любой подходящий коммерчески доступный манипулятор или проекционное устройство, например стандартный механизм подачи кассет с рентгеновской плёнкой, имеющий достаточно высокую (обычно менее  $\pm 1$  мм) точность позиционирования.

Более сложная телевизионная система высокого разрешения, предпочтительная для нужд рентгенодиагностики, может быть дополнительно снабжена (см. фиг.2):

цифровым корректором 13 амплитуд видеосигналов, который включён на вход многоканального корректора 3 геометрических искажений,

межкадровыми накопителями 14 цифровых видеосигналов, количество которых обычно равно количеству телекамер 1 и которые включены в промежутке между блоком 2 АЦП и указанным цифровым корректором 13 амплитуд видеосигналов, и

многоканальным пороговым управляющим устройством 15.

Многоканальный корректор 3 геометрических искажений видеосигналов, количество каналов в котором равно количеству телекамер 1, является принципиально новым блоком предложенной телевизионной системы в любом из её возможных воплощений, независимо от того, предусматривает ли то или иное воплощение использование калибровочных тест-объектов 10 (вертикальной и/или горизонтальной пространственных мир) для настройки.

Этот корректор 3 предназначен для объединения ("сшиваия")

полей зрения различных телекамер 1 в единое поле изображения высокого разрешения устранением геометрических искажений фрагментарных изображений, которые могут быть обусловлены обычно малозаметными при раздельном восприятии различиями масштабов и формы таких изображений и неточностями монтажа отдельных телекамер 1.

В простейшем случае индивидуальные оптические параметры телекамер 1 и геометрические параметры их конкретного взаиморасположения должны быть заранее учтены в указанном корректоре 3 в виде поправочных коэффициентов, используемых далее для коррекции видеосигналов.

Далее показан более сложный вариант реализации изобретательского замысла, предусматривающий использование двух (вертикальной и горизонтальной) пространственных мир для автоматической настройки телевизионной системы.

Применительно к таким случаям корректор 3 в каждом из каналов на входе предпочтительно имеет (см. фиг.3):

два идентичных вычислителя 16 кодов откорректированных координат  $X_c$  и  $Y_c$  каждого из пикселей выходного изображения на основе кодов исходных координат  $X$  и  $Y$  соответствующих пикселей входного изображения и поправочных коэффициентов, и

два идентичных управляемых блока 17 памяти (возможно полукладов, а предпочтительно - кадров) входного цифрового видеосигнала, подключённых к указанным вычислителям 16 как источникам адресов для считывания информации об откорректированных элементах выходного видеосигнала.

Каждый из вычислителей 16 имеет:

входной компаратор 18 с фиксированным значением порогового цифрового кода  $U_t$ , подключённый к выходу одного из АЦП блока 2;

дешифратор (DC) 19, подключённый на адресный выход ( $X$ , или  $Y$ ) синхронизатора 7 и имеющий два управляющих выхода;

две логические схемы & (И) 20, каждая из которых подключена к выходу компаратора 18 и к управляющему выходу  $U_{str}$  синхронизатора 7 и одна из которых подключена к первому, а вторая - ко

второму управляющему выходу дешифратора 19;

два энергонезависимых ОЗУ 21 (NRAM), у которых:

- управляющие (чтением-записью и обозначенные далее "r/w") входы независимо подключены к выходам соответствующих логических схем & (И) 20,

- адресные и информационные входы также независимо подключены соответственно к выходам  $X$  и  $Y$  синхронизатора 7 так, что в 1-м и 2-м ОЗУ 21 первого вычислителя 16 на информационные входы поступает сигнал  $X$  и на адресные входы - сигнал  $Y$ , а в 3-м и 4-м ОЗУ 21 второго вычислителя 16 наоборот: на информационные входы поступает сигнал  $Y$  и на адресные входы - сигнал  $X$ ;

разностный каскад 22 с двумя информационными отдельно подключёнными соответственно к информационным выходам энергонезависимых ОЗУ (NRAM) 21 входами, что необходимо для задания кодов конечной и начальной абсцисс  $L_e(y)$  и  $L_b(y)$  в первом вычислителе 16 и кодов конечной и начальной ординат  $H_e(x)$  и  $H_b(x)$  во втором вычислителе 16 как границ раstra по тест-изображениям пространственных мир при настройке телевизионной системы;

(предпочтительно) табличный нормировщик 23, который обеспечивает целочисленное деление цифрового параллельного кода одного из входных сигналов  $X$  (или  $Y$ ) на цифровой код константы, задающей геометрический размер неискажённого раstra  $L_0$  по горизонтали (или  $H_0$  по вертикали) соответственно для первого и второго вычислителей 16;

умножитель 24 для перемножения цифровых кодов нормированной координаты  $X$  (или  $Y$ ) на цифровой код текущего размера раstra по горизонтали (или вертикали) и

сумматор 25 для сложения цифровых кодов координат начала отображения искажённого поля изображения и текущего приращения координаты обрабатываемого элемента изображения (пиксела) в том же растре.

Каждый управляемый блок 17 памяти имеет:

два входных мультиплексора 26, каждый из которых (первый

$MX_x$  - для координаты  $X$ , а второй  $MX_y$  - для координаты  $Y$ ) предназначен для формирования соответствующих цифровых кодов координат пикселей входного и откорректированного изображений, и подключённые к ним

ОЗУ (RAM) 27 (возможно полукадров, а предпочтительно - кадров) для записи по одним адресам входного видеосигнала и считывания по другим адресам выходного видеосигнала.

Наряду с указанными и подробно описанными выше блоками вычислителей 16 и управляемыми блоками 17 памяти указанный корректор 3 на выходе каждого из каналов имеет (см. фиг.3):

инвертор 28, который включён между указанным выше синхронизатором 7 и управляющими входами мультиплексоров 26 и ОЗУ (RAM) 27 одного из управляемых блоков 17 памяти;

выходной мультиплексор 29, который предназначен для поочерёдного подключения выходов управляемых блоков 17 памяти на вход преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ.

Количество выходов дешифраторов 19 (DC1 и DC2), логических схем & (И) 20 и энергонезависимых ОЗУ 21 (NRAM), показанных на фиг.3, соответствует двум линиям пространственных мир для каждого из калибровочных тест-объектов 10. При увеличении числа линий в мирах количество указанных выходов дешифраторов 19 и элементов 20 и 21 должно быть соответственно увеличено, а между выходами ОЗУ 21 и входами разностных каскадов 22 должны быть включены дополнительные мультиплексоры предпочтительно того же типа, что и мультиплексоры 26.

Преобразователь 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ (см. фиг.4), имеет:

независимые банки оперативной памяти, количество которых равно количеству телекамер 1 и в каждый из которых включены:

- два мультиплексора 30 адреса ( $MX_A$ ) и
- два кадровых ОЗУ 31;

дешифратор 32 (DC) управления банками оперативной памяти;

первый цифроаналоговый преобразователь 33 (DAC HRV);

буферное ОЗУ, содержащее:

- параллельно подключённые блоки 34 памяти ( $RAM_1 \dots RAM_M$ ), количество которых равно количеству телекамер 1 и
- дешифратор 35 (DC CS) буферного ОЗУ и второй цифроаналоговый преобразователь 36 (DAC TV).

Для каждого упомянутого банка оперативной памяти характерно, что:

у кадровых ОЗУ 31 информационные входы (D1) объединены и подсоединены к соответствующим выходам ( $U_{i11}, U_{i12}, \dots U_{i1N_x}, U_{i21}, U_{i22}, \dots U_{i2N_x}, \dots U_{iN_yN_x}$ ) многоканального корректора 3 геометрических искажений, а информационные выходы (D0) также объединены (в том числе - и между банками памяти) и подключены к информационному входу первого цифроаналогового преобразователя 33;

у мультиплексоров 30 первые входы объединены и подключены к синхронизирующим выходам синхронизатора 7 с кодами координат  $X, Y$  для записи откорректированных изображений в кадровые ОЗУ 31, а вторые входы также объединены и подключены к синхронизирующим выходам синхронизатора 7 с кодами координат  $X_m, Y_m$  для считывания откорректированных изображений из кадровых ОЗУ 31;

первые выходы первого мультиплексора 30 подключены к соответствующим входам адреса первого кадрового ОЗУ 31, а первые выходы второго мультиплексора 30 подключены к соответствующим входам адреса второго кадрового ОЗУ 31;

второй управляющий вход (C) первого мультиплексора 30 и второй инверсный управляющий вход ( $C^{\sim}$ ) второго мультиплексора 30 подключены к управляющему выходу синхронизатора 7 ( $U_{rw}$ );

первые выходы мультиплексоров 30 подключены к адресным входам (A), их вторые выходы - к управляющим входам выбора (CS) и их третьи выходы - к управляющим входам ( $\Gamma/w$ ) соответствующих ОЗУ 31.

Во всех банках оперативной памяти первые управляющие входы первого и второго мультиплексоров 30 объединены и подключены со-

ответственно к первому, второму и т.д. выходам дешифратора 32.

Управляющий вход дешифратора 32 подключён к управляющему выходу ( $U_{dc}$ ) синхронизатора 7.

Во всех банках оперативной памяти информационные выходы DO всех кадровых ОЗУ 31 объединены и подключены к информационному входу первого цифроаналогового преобразователя 33 (DAC HRV).

У первого цифроаналогового преобразователя 33 (DAC HRV):

первый и второй управляющие входы соответственно подключены к синхронизирующим выходам (HNSI) и (HNSI) синхронизатора 7, а информационный выход ( $U_{out}$ ) подключён к выше указанному монитору высокого разрешения 8.

В каждом блоке 34 памяти ( $RAM_1 \dots RAM_N$ ) буферного ОЗУ:

адресные входы (A) объединены и подключены к синхронизирующим выходам синхронизатора 7 с кодами координат X,Y;

информационные входы (DI) подключены к соответствующим выходам многоканального корректора 3 геометрических искажений;

информационные выходы DO объединены и подключены к информационному входу второго цифроаналогового преобразователя 36 и

входы управления (r/w) подключены к управляющему выходу синхронизатора 7. Кроме того, информационный вход (DI) последнего блока 34 памяти  $RAM_N$  подключён к соответствующему информационному входу (DI) кадрового ОЗУ 31 ( $RAM_{N_y N_x}$ ).

Управляющие ( $U_{dcs}$ ) и ( $U_w$ ) входы дешифратора 35 (DC CS) буферного ОЗУ подключены к соответствующим управляющим выходам синхронизатора 7.

Управляющие выходы указанного дешифратора 35 подключены ко входам выбора (CS) блоков 34 памяти так, что первый из указанных выходов связан с указанным входом первого блока 34, второй - со входом второго блока 34 и т.д.

У второго цифроаналогового преобразователя 36 (DAC TV):

информационный вход подключён к объединённым информационным выходам (DO) блоков 34 памяти,

управляющие входы (HSI) и (VSI) соответственно подключены к

синхронизирующим выходам синхронизатора 7, а

информационный выход  $U_{pc}$  подключен к блоку 5 входа видеосигналов в ЦЭМ).

Синхронизатор 7 имеет (см. фиг.5):

селектор 37 синхроимпульсов, который предназначен для выделения из полного входного телевизионного сигнала ( $U_{in1}$ ) исходных и формирования выходных строчных (т.е. горизонтальных - HSI) и полукadroвых (т.е. вертикальных - VSI) синхронизирующих импульсов и подключён:

- по входу - к выходу синхронизации одной из телекамер 1, а
- по синхронизирующим выходам (HSI) и (VSI) - соответственно к управляющим входам цифроаналогового преобразователя 36 описанного выше преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ЦЗУ (показанного на фиг.4);

селектор 38 кадровых импульсов, входы которого подключены соответственно к выходам строчных (HSI) и полукadroвых (VSI) синхронизирующих импульсов селектора 37, а выход  $U_{k1}$  - к синхронизирующему входу подробно описанного далее многоканального порогового управляющего устройства 15;

счётный Т-триггер 39 (Т), вход которого подключён к выходу селектора 36, а выход - к управляющим входам мультиплексоров 30 преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ЦЗУ (показанного на фиг.4);

генератор 40 синхронизирующих ("синхро-TV") сигналов, соответствующих стандарту разрешения телекамер 1, выход ( $f_1$ ) которого подключён к тактовым входам выше указанных блоков 2 АЦП и многоканального порогового управляющего устройства 15 и который выполнен, например, на основе подходящего коммерчески доступного кварцевого резонатора;

не выделенный и не обозначенный особо формирователь кодов координат X и Y, который выполнен на основе:

- счётчика 41 (CTX) количества пикселей в строке изображения каждой из телекамер 1, у которого счётный вход (+1) подклю-

чѐн к выходу генератора 40 синхро-TV, а вход сброса (R) - к выходу (HSI) селектора 37 синхроимпульсов, и

- счѐтчика 42 (CTY) количества строк изображений, формируемых каждой из телекамер 1, счѐтный вход (+1) которого подключѐн к выходу (HSI) селектора 37 синхроимпульсов;

задающий генератор 43 синхронизирующих сигналов, соответствующих стандарту высокого разрешения (HRV) синтезируемого выходного изображения высокого разрешения и выполненный, например, на основе подходящего коммерчески доступного кварцевого резонатора;

счетчик 44 ( $CTX_m$ ) количества пикселей в строке синтезируемого изображения, у которого:

- счѐтный вход (+1) подключѐн к выходу указанного генератора 43 (синхро-HRV),

- вход сброса (R) подключѐн к выходу (HSI) селектора 37 синхроимпульсов,

- первый выход ( $X_m$ ) подключѐн к синхронизирующему входу ( $X_m$ ), а

- второй выход ( $U_{dc}$ ) подключѐн к управляющему входу описанного выше преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ;

цифровой компаратор 45 (HHSI):

- подключѐнный по информационному входу ко второму выходу ( $U_{dc}$ ) счетчика 44 ( $CTX_m$ ) количества пикселей в строке синтезируемого изображения высокого разрешения и

- предназначенный для последовательного сравнения кодов координат ( $X_m$ ) текущих пикселей в строке синтезируемого изображения высокого разрешения с фиксированным пороговым кодом  $N_x$  координаты конца строки данного изображения, определяемым количеством телекамер 1, расположенных горизонтально в ряд;

желательно - одновибратор 46 (HHSI) для формирования строчных синхроимпульсов видеосигнала синтезируемого изображения высокого разрешения, у которого:

- вход может быть подключѐн к управляющему выходу указанно-



го счетчика 44 ( $CTX_m$ ) количества пикселей в строке синтезируемого изображения высокого разрешения, а

- выход ( $NHSI$ ) может быть подключён к управляющему входу вышеуказанного преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ;

счетчик 47 ( $CTY_m$ ) количества строк синтезируемого изображения высокого разрешения, у которого:

- счётный вход (+1) подключён к выходу указанного одновибратора 46 ( $NHSI$ ),

- вход сброса ( $R$ ) подключён к выходу ( $VSI$ ) селектора 37 синхроимпульсов, а

- выход ( $Y_m$ ) подключён к синхронизирующему входу ( $Y_m$ ) преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ;

цифровой компаратор 48 ( $HVSI$ )

- подключённый по информационному входу к выходу ( $Y_m$ ) счетчика 48 ( $CTY_m$ ) количества строк синтезируемого изображения высокого разрешения и

- предназначенный для последовательного сравнения кодов координат ( $Y_m$ ) строк синтезируемого изображения высокого разрешения с фиксированным пороговым кодом  $N_y$  координаты конца кадра данного изображения, определяемым количеством телекамер 1, расположенных вертикально в столбец;

желательно - одновибратор 49 ( $HVSI$ ) для формирования кадровых синхроимпульсов видеосигнала синтезируемого изображения высокого разрешения, который может быть подключён:

- по входу - на выход компаратора 48, а

- по выходу ( $HVSI$ ) - к управляющему входу вышеуказанного преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ;

счетчик 50 ( $CTU_{dsc}$ ) управления считыванием из буферного ОЗУ преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ при вводе синтезированного изображения в  $\{П\}$ ЭВМ 6, у которого счётный вход (+1) подключён к выходу указанного одновибратора 49 ( $HVSI$ );

две логические схемы 51 & ( $И$ ) для выполнения конъюнкции при формировании управляющих сигналов  $U_{str}$  и  $U_c$ , поступающих соот-

ветственно:

- в многоканальный корректор 3 геометрических искажений для перевода энергонезависимых ОЗУ 21 (NRAM) в режимы записи или считывания кодов координат границ тест-изображений при настройке системы и

- в межкадровые накопители 14 для окончания накопления при настройке системы. Для этого первые входы логических схем объединены и подключены к выходу ( $f_1$ ) задающего генератора 40, выход ( $U_{str}$ ) первой схемы 51 & (И) подключён к соответствующему управляющему входу вышеуказанного корректора 3 геометрических искажений, а выход ( $U_c$ ) второй схемы 51 & (И) подключён к объединённым управляющим входам межкадровых накопителей 14;

D-триггер 52, который предназначен для синхронизации начала формирования и задания продолжительности действия управляющего сигнала  $U_c$ , поступающего в межкадровые накопители 14, и у которого:

- синхронизирующий вход (C) подключён к выходу селектора 38 кадровых импульсов,

- информационный вход (D) подключён к управляющему выходу ( $U_{sn}$ ) подробно описываемого далее многоканального порогового управляющего устройства 15, а

- инверсный выход ( $Q\bar{}$ ) подключён ко второму входу второй схемы 51 & (И);

входной регистр 53 (RG D) для приёма синхронизатором 7 команд управления, поступающих от (П)ЭВМ 6, у которого:

- параллельный вход данных (D) подключён к шине данных (П)ЭВМ 6,

- первый выход ( $U_w$ ) подключён ко входу сброса (R) счётчика 50 ( $U_{dcc}$ ) и управляющему входу преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ,

- второй выход ( $U_{c1b}$ ) подключён ко второму входу первой схемы 51 & (И) и к управляющему входу вышеуказанного средства 11 размещения тест-объектов в поле зрения телекамер (см. Фиг.2), а

- третий выход подключён ко входу сброса (R) D-триггера 52; выходной регистр 54 (RG O) для выдачи информации о состоянии синхронизатора 7 в (П)ЭВМ 6, у которого:

- первый вход подключён к выходу (VSI) выше указанного селектора 37 синхроимпульсов,

- второй вход подключён к выходу  $U_{dss}$  счётчика 50, а

- выход подключён к шине данных (П)ЭВМ 6;

дешифратор 55 (DC A) адреса программно формируемого порта (П)ЭВМ 6 выдачи в синхронизатор 7 команд управления, у которого:

- вход подключён к шине адреса (П)ЭВМ 6, а

- выход подключён ко входу C входного регистра 53.

Многоканальный цифровой корректор 13 амплитуд видеосигналов в целом предназначен для согласования видеосигналов телекамер 1 по амплитудным параметрам (преимущественно по размаху и уровню "чёрного") преимущественно при длительных рентгеноскопических обследованиях или при контроле хода хирургических операций. Этот корректор 13 представляет собой набор развязанных по входам каналов, количество которых равно числу телекамер 1, и в каждом канале (см. Фиг.6) имеет:

предпочтительно два энергонезависимых ОЗУ 56 (NRAM1) и 57 (NRAM2), которые соответственно предназначены для хранения кодов поправочных коэффициентов уровня "чёрного" и максимального размаха видеосигнала для каждого пиксела входного изображения от соответствующей (данному каналу) телекамеры 1;

разностный каскад 58 для вычисления разности кодов входного сигнала  $U_i(x,y)$  и уровня "чёрного"  $U_b(x,y)$  для каждого пиксела входного изображения от соответствующей телекамеры 1;

делитель 59 для вычисления нормировочных коэффициентов амплитудной коррекции входных видеосигналов делением константы, задающей (для выбранных телекамер 1 и АЦП 2) код  $U_{max}$  максимального размаха видеосигнала, на изменяющийся код  $U_w(x,y)$ , соответствующий максимальному размаху видеосигнала для каждого текущего пиксела входного изображения от соответствующей телекамеры 1;

дешифратор 60 (DC) адреса программно формируемого порта (П)ЭВМ 6 выдачи команд управления в данный канал цифрового корректора 13 амплитуд видеосигналов, у которого вход подключён к шине адреса (П)ЭВМ 6;

входной регистр 61 (RG) для приёма команд управления, поступающих от (П)ЭВМ 6, у которого:

- первый вход подключён к шине данных (П)ЭВМ 6 и второй вход - к выходу дешифратора 60 адреса, а
- выходы подключены к управляющим входам (г/в) энергонезависимых ОЗУ 56 и 57;

выходной умножитель 62 для формирования кодов нормированного выходного видеосигнала  $U_{cu}(x,y)$  перемножением упомянутых нормировочных коэффициентов на упомянутый код сигнала разности.

При такой, как уже было сказано, наиболее предпочтительной форме выполнения цифрового корректора 13 амплитуд видеосигналов упомянутые функциональные блоки наряду с указанными имеют следующие внешние и взаимные связи:

ОЗУ 56 (NRAM1) подключено:

- по информационному входу - к выходу соответствующего канала вышеуказанного блока 2 АЦП,
- по управляющему входу (г/в) - к первому выходу входного регистра 61 (RG),

ОЗУ 57 (NRAM2) подключено:

- по информационному входу - к выходу указанного разностного каскада 58,
- по управляющему входу (г/в) - ко второму выходу входного регистра 61 (RG), а

по адресным входам оба ОЗУ 56 и 57 (NRAM 1 и 2) подключены к выходу X,Y вышеуказанного синхронизатора 7;

разностный каскад 58 подключён:

- по первому входу - к выходу соответствующего канала вышеуказанного блока 2 АЦП,
- по второму входу - к выходу указанного ОЗУ 56 (NRAM1),

- по выходу - на первый вход указанного умножителя 62;  
делитель 59 подключён между выходом ОЗУ 57 (NRAM2) и вторым входом умножителя 62.

Специалистам понятно, что в принципе можно обойтись одним энергонезависимым ОЗУ (NRAM) с незначительными потерями качества амплитудной коррекции.

Каждый межкадровый накопитель 14 (см. фиг.7) имеет:

два умножителя 63 и 64, которые соответственно предназначены для умножения кода  $U_{in}(x,y)$  каждого текущего пиксела входного изображения на весовой коэффициент  $A_k$  и кода  $U_i(x,y)$  каждого пиксела накопленного изображения на весовой коэффициент  $B_k$ , причём первый вход умножителя 63 подключён к выходу соответствующего канала вышеуказанного блока 2 АЦП;

сумматор 65 для вычисления взвешенной суммы кодов каждого текущего пиксела входного изображения и соответствующего пиксела накопленного изображения, у которого первый и второй входы подключены соответственно к выходам умножителей 63 и 64;

блок 66 ОЗУ (RAM) для хранения кодов  $U_i(x,y)$  пикселей накопленного изображения, у которого:

- первый вход подключён к выходу сумматора 65,
- второй вход подключён к синхронизирующим выходам вышеуказанного синхронизатора 7 с кодами координат  $X,Y$ ,
- третий вход подключён к управляющему выходу  $U_c$  вышеуказанного синхронизатора 7, а
- информационный выход  $U_i(x,y)$  является выходом межкадрового накопителя и подключён:

-- ко входу соответствующего канала вышеуказанного цифрового корректора 13 амплитуд видеосигналов (см. фиг.6), и

-- к первому входу умножителя 64;

дешифратор 67 (DC) адреса программно формируемого порта (П)ЭВМ 6 выдачи в межкадровый накопитель 14 кодов весовых коэффициентов  $A_k$  и  $B_k$ , у которого вход подключён к шине адреса (П)ЭВМ 6;

входной регистр 68 (RG) для приёма кодов весовых коэффициентов  $A_k$  и  $B_k$ , поступающих от (П)ЭВМ 6, у которого:

- первый вход подключён к шине данных (П)ЭВМ 6, а
- второй вход (C) - к выходу дешифратора 67' адреса,
- первый выход подключён ко второму входу умножителя 63, а
- второй выход - ко второму входу умножителя 64.

Межкадровые накопители могут быть без труда выбраны специалистами из широкого ассортимента коммерчески доступных изделий такого типа.

Многоканальное пороговое управляющее устройство 15 в целом предназначено для управления:

непосредственно - источником 12 первичного рентгеновского излучения по критериям допустимой поглощённой дозы и требуемого качества синтезируемого целостного изображения преимущественно при массовых рентгенографических исследованиях и

через вышеуказанный синхронизатор 7 - межкадровыми накопителями 14.

Оно представляет собой набор развязанных по входам каналов, количество которых равно числу телекамер 1, и в каждом канале (см. Фиг.8) имеет:

первый компаратор 69 для сравнения кодов пикселей изображения, формируемого соответствующей данному каналу телекамерой 1, с кодом порога  $U_1$ ;

схему & (И) 70, которая по первому входу подключена к выходу компаратора 69 и предназначена для стробирования тактового сигнала  $f_1$  выходным сигналом этого компаратора;

счётчик 71, счётный вход (+1) которого подключён к выходу схемы & (И) 70 и который служит для подсчёта количества таких пикселей в кадре изображения, соответствующем (подключённой к данному каналу) телекамере 1, код которых превышает порог  $U_1$ ;

регистр 72 (RG), информационный вход (D) которого подключён к выходу счётчика 71 и который служит для хранения параллельного выходного кода этого счётчика;

второй компаратор 73, который через регистр 72 подключён к выходу счётчика 71 и служит для сравнения выходного кода этого счётчика 71 с порогом  $U_{11}$ ;

триггер 74, у которого D-вход соединён с выходом компаратора 73 и который служит для записи логического выходного сигнала этого компаратора по концу синхронизирующего кадрового импульса  $U_{ki}$  от вышеуказанного синхронизатора 7.

Кроме того, для всех каналов многоканального порогового управляющего устройства 15 предусмотрены следующие общие функциональные блоки, также показанные на фиг.8:

дешифратор 75 (DC) адреса программно формируемого порта (П)ЭВМ 6 выдачи в многоканальное пороговое управляющее устройство 15 кодов порогов  $U_1$ ,  $U_{11}$  и  $U_{12}$ , у которого вход подключён к шине адреса (П)ЭВМ 6;

входной регистр 76 (RG\_D) для приёма кодов порогов  $U_1$ ,  $U_{11}$  и  $U_{12}$ , поступающих от (П)ЭВМ 6, у которого:

- первый вход подключён к шине данных (П)ЭВМ 6, а
- второй вход (C) - к выходу дешифратора 75 адреса,
- первый выход подключён к объединённым первым входам вышеуказанных компараторов 69 всех каналов, а
- второй выход подключён к объединённым вторым входам вышеуказанных компараторов 73 всех каналов;

мультиплексор 77 (MX) для мультиплексирования выходных сигналов всех каналов, у которого:

- каждый из информационных входов подключён к выходам триггеров 74 соответствующих каналов, а
- управляющий вход подключён к синхронизирующему выходу вышеуказанного синхронизатора 7 с кодом координаты X;

схема & (И) 78 для стробирования тактового сигнала  $f_1$  выходным сигналом мультиплексора 77, у которой:

- первый вход подключён к выходу мультиплексора 77, а
- второй вход соединён с объединёнными вторыми входами схем & (И) 70 каждого из каналов многоканального порогового управляю-

щего устройства 15 и подключён к выходу задающего генератора 40 синхронизирующих ("синхро-TV") сигналов (см. фиг.5), т.е. с тактовым выходом вышеуказанного синхронизатора 7;

счётчик 79 для подсчёта количества тех каналов, сигналы на выходах триггеров 74 которых имеют логический уровень "1", и который подключён:

- по счётному входу (+1) - к выходу схемы & (И) 78, а
- по входу сброса (R) - к синхронизирующему выходу  $U_{ki}$  вышеуказанного синхронизатора 7 через инвертор 80;

компаратор 81, предназначенный для сравнения выходного кода счётчика 79 с порогом  $U_{12}$  и подключённый:

- по первому входу - к выходу счётчика 79,
- по второму входу - к третьему выходу вышеуказанного входного регистра 76 (RG\_D), а
- по выходу - к не показанному особо контроллеру источника 12 первичного (рентгеновского) излучения (см. фиг.2);

триггер 82 для записи и хранения выходного сигнала компаратора 81, подключённый

- по D-входу - к выходу этого компаратора 81,
- по тактовому входу (C) через указанный инвертор 80 - к синхронизирующему выходу  $U_{ki}$  вышеуказанного синхронизатора 7 (см. фиг.5), а
- по выходу  $U_{sn}$  - к D-входу триггера 52 вышеуказанного синхронизатора 7.

Кроме того, в каждом из каналов объединены и совместно подключены к синхронизирующему выходу  $U_{ki}$  вышеуказанного синхронизатора 7 следующие входы:

- вход сброса (R) каждого счётчика 71,
- тактовый вход (C) каждого регистра 72 и
- тактовый вход (C) каждого триггера 74;

И, наконец, вторые входы компараторов 69 всех каналов многоканального порогового управляющего устройства 15 подключены к соответствующим информационным выходам  $U_{cu1}(x,y) \dots U_{cuN}(x,y)$  вы-



шеуказанного цифрового корректора 13 амплитуд видеосигналов.

Тест-объекты 10 с вертикальным (см. фиг.9) и с горизонтальным (см. фиг.10) расположением пространственных мир по конструкции однотипны и содержат жёсткий прямоугольный планшет 83 из рентгенопрозрачного материала, например обычного или органического стекла, и залитые в него или натянутые поверх него тонкие струны (нити) 84 из рентгенонепрозрачного материала, например стали. Взамен планшета может быть использована жёсткая рамка.

Формат планшета (или рамки) 83 соответствует формату общего поля зрения, а его размеры превышают размеры общего поля зрения всех телекамер 1.

Струны 84 заведомо размещены таким образом, чтобы поле зрения каждой из телекамер 1 при настройке было приблизительно ограничено, а после настройки - было чётко ограничено двумя соседними струнами соответственно по горизонтали для первого тест-объекта 10 и по вертикали для второго тест-объекта 10. При этом каждая внутренняя (не крайняя) струна 84 одновременно ограничивает поле зрения двух соседних телекамер 1 вследствие частичного (до 5%) перекрытия их полей зрения.

В частности, один из тест-объектов имеет  $N_x+1$  вертикальных, а второй тест-объект -  $N_y+1$  горизонтальных (в рабочем положении) струн 84, где  $N_x$  и  $N_y$  - соответственно количество телекамер 1, расположенных по горизонтали и вертикали в виде пространственной решетки. При этом произведение  $N_x \cdot N_y = N$ , то есть общему числу телекамер 1.

На фигурах 9 и 10 для примера показаны схемы калибровочных тест-объектов 10 для случаев, когда  $N_x=3$  и  $N_y=3$ , а  $N=9$ .

Независимо от конкретного воплощения изобретательского замысла использование предложенной телевизионной системы высокого разрешения включает:

подготовку к работе, завершаемую по меньшей мере настройкой корректора 3 геометрических искажений на выдачу определённых поправочных коэффициентов, и

собственно эксплуатацию, обеспечивающую формирование из фрагментарных входных видеосигналов телекамер 1 выходного видеосигнала, соответствующего целостному изображению и, при необходимости, цифровую запись выходного видеосигнала для последующего анализа.

Подготовка к работе начинается с установки телекамер 1 на произвольной жёсткой опоре таким образом, чтобы поля их зрения частично перекрывались, а их совокупное поле зрения перекрывало площадь преобразователя 9 изображения.

В простейшем случае, когда состав и структура предложенной телевизионной системы соответствуют в основном фиг.1 и когда в неё не включены блоки 10, 11 и 12, корректор 3 геометрических искажений должен быть заранее настроен оператором.

Для этого на измерительном стенде, который тривиальным образом может быть собран специалистами, должны быть исследованы все телекамеры 1 и количественно определены присущие каждой из них геометрические искажения.

На основании полученных данных по одному из известных алгоритмов (например, алгоритму минимизации среднеквадратичного отклонения наблюдаемого изображения от требуемого) с учётом информации о взаимном расположении телекамер 1 в составе единого блока, расстояния до объекта наблюдения и, при необходимости, таких факторов, как средняя яркость объекта наблюдения, должны быть рассчитаны поправочные коэффициенты, обеспечивающие устранение геометрических искажений и коррекцию выходного видеосигнала.

Полученные поправочные коэффициенты затем должны быть записаны в энергонезависимую память корректора 3 геометрических искажений, что позволит перейти от настройки к эксплуатации предложенной телевизионной системы именно в тех условиях, для которых были исследованы телекамеры 1 и рассчитаны поправочные коэффициенты.

Сущность коррекции геометрических искажений и содержание расчётов станут понятнее из подробного описания алгоритма авто-

матической настройки в более сложном, но предпочтительном случае, когда предложенная телевизионная система соответствует фиг.2 и используется главным образом как рентгенотелевизионная система для контроля физиологических (преимущественно быстропротекающих) процессов в реальном масштабе времени.

В этом случае подготовка к работе заключается в автоматической настройке корректора 3 геометрических искажений и, предпочтительно, цифрового корректора 13 амплитуд видеосигналов.

Автоматическая настройка корректора 3 начинается с последовательного позиционирования рентгеноконтрастных вертикальных и горизонтальных калибровочных тест-объектов 10 между преобразователем 9 изображения и источником 12 первичного рентгеновского излучения по команде (П)ЭВМ 6, подаваемой через синхронизатор 7 на средство 11.

Синхронно работающие телекамеры 1 считывают формируемое преобразователем 9 изображение по всей его площади с частичным взаимным перекрытием полей зрения отдельных телекамер 1.

Тени от струн 84 тест-объектов 10 (см.фиг.9 и 10) в поле зрения каждой телекамеры 1 имеют вид тонких (обычно двух) линий: соответственно вертикальных - для каждой из телекамер 1 каждого горизонтального ряда и горизонтальных - для каждой из телекамер 1 каждого вертикального ряда. Расстояния между линиями соответственно определяются выражениями:

$$L_1 = L/N_x, \quad (1)$$

где  $L$  - размер общего поля изображения по горизонтали;

$L_1$  - расстояние между линиями по горизонтали;

$N_x$  - количество телекамер 1 в ряду по горизонтали, и

$$H_1 = H/N_y, \quad (2)$$

где  $H$  - размер общего поля изображения по вертикали;

$H_1$  - расстояние между линиями по вертикали;

$N_y$  - количество телекамер 1 в ряду по вертикали.

Линии каждого тест-объекта 10 разделяют поле изображения на прямоугольники, каждому из которых соответствует поле зрения од-

ной из телекамер 1. Оптические системы телекамер 1 последовательно юстируют и телекамеры 1 закрепляют так, чтобы в поле зрения каждой из них при наблюдении первого тест-объекта 10 вертикальные линии располагались вблизи левой и правой границ, а горизонтальные - вблизи верхней и нижней границ поля зрения.

Видеосигнал каждой телекамеры 1 в корректоре 3 поступает на два соответствующих ей компаратора 18 (см. Фиг. 3), которые сравнивают код указанного видеосигнала с фиксированным пороговым кодом  $U_f$  и обнаруживают соответственно вертикальные и горизонтальные линии (границы раstra) на изображениях тест-объектов 10. При этом первый дешифратор 19 ограничивает зоны обнаружения начальных и конечных линий на изображениях тест-объектов 10 по координате  $X$ , а второй дешифратор 19 - по координате  $Y$ .

Когда компаратор 18 обнаруживает линию (тень от струны 84) в заданной зоне, формируемый синхронизатором 7 управляющий сигнал  $U_{str}$  через соответствующую схему & (И) 20 поступает на управляющий вход (r/w) энергонезависимых ОЗУ (NRAM) 21. При этом первая и вторая NRAM 21 соответственно фиксируют начальную  $L_b(y)$  и конечную  $L_e(y)$  абсциссы границы раstra по первому тест-объекту 10, а третья и четвертая NRAM 21 - начальную  $H_b(x)$  и конечную  $H_e(x)$  ординаты границы раstra по второму тест-объекту 10.

Для этого синхронизатор 7 подает на адресные входы первой и второй NRAM 21 код координаты  $Y$  и на их же информационные входы - код координаты  $X$ , а на адресные входы третьей и четвертой NRAM 21 - код координаты  $X$  и на их же информационные входы - код координаты  $Y$ .

После окончания записи указанных значений  $L_b(y)$ ,  $L_e(y)$ ,  $H_b(x)$  и  $H_e(x)$  средство 11 выводит последний из калибровочных тест-объектов 10 из поля зрения телекамер 1, управляющий сигнал  $U_{str}$ , формируемый синхронизатором 7, переводит все NRAM 21 в режим считывания, и автоматическая настройка корректора 3 завершается.

Указанные значения  $L_b(y)$  и  $L_e(y)$  далее служат для коррекции

фрагмента выходного изображения путём расчёта координат  $X_c$  пикселей по горизонтали, а значения  $H_b(x)$  и  $H_e(x)$  - координат  $Y_c$  пикселей по вертикали.

Сущность такой коррекции, необходимой в любых возможных режимах эксплуатации предложенной телевизионной системы, сводится, в основном, к выполнению следующих действий.

Расчёт кодов координат  $X_c$  и  $Y_c$  пикселей откорректированного изображения выполняют разностные каскады 22, табличные нормировщики 23, умножители 24 и сумматоры 25 соответственно первого и второго вышеуказанных вычислителей 16 по следующему алгоритму:

$$X_c(y) = X(y) * (L_e(y) - L_b(y)) / L_o + L_b(y), \quad (3)$$

$$Y_c(x) = Y(x) * (H_e(x) - H_b(x)) / H_o + H_b(x), \quad (4)$$

где  $L_o$  и  $H_o$  - соответственно неискажённые горизонтальный и вертикальный размеры изображения каждой телекамеры 1.

Считывание кодов пикселей откорректированного изображения  $U_{ic}(x, y)$  из ОЗУ (RAM) 27 одного из двух управляемых блоков памяти 17 происходит в соответствии с рассчитанными координатами  $X_c$  и  $Y_c$ .

Одновременно со считыванием происходит запись кодов пикселей исходного изображения  $U_i(x, y)$  в ОЗУ (RAM) 27 второго управляемого блока памяти 17 по адресам  $X$  и  $Y$ , поступающим из синхронизатора 7.

Адреса записи и считывания ОЗУ (RAM) 27 первого и второго управляемых блоков памяти 17 формируют мультиплексоры 26.

Управление мультиплексорами 26 и ОЗУ (RAM) 27 первого управляемого блока памяти 17 происходит по сигналу  $U_{rw}$  синхронизатора 7, а мультиплексорами 26 и ОЗУ (RAM) 27 второго управляемого блока памяти 17 - по инверсным сигналам  $U_{rw}$  с выходов инверторов 28.

При этом первые и вторые управляемые блоки памяти 17 работают в противофазе: когда первые считывают коды пикселей откорректированного изображения по адресам  $X_c$  и  $Y_c$ , вторые записывают коды пикселей исходного изображения по адресам  $X$  и  $Y$ , и наоборот.

рот. Чередование циклов "запись-считывание" происходит с частотой смены кадров телекамер 1.

Выходной мультиплексор 29 мультиплексирует сигналы с выходов ОЗУ (RAM) 27 первого и второго управляемых блоков памяти 17 в соответствии с логическим уровнем (0 или 1) сигнала  $U_{rw}$  от синхронизатора 7.

Как уже было отмечено, после настройки всех каналов корректора 3 геометрических искажений целесообразно сразу же настроить цифровой корректор 13 амплитуд видеосигналов (см. фиг.6).

В начале такой настройки источник 12 первичного (рентгеновского) излучения выключен. Блок 2 АЦП для каждой из телекамер 1 формирует коды отсчётов  $(\min)U_1(x,y)$ , соответствующие уровню "чёрного" выходного видеосигнала.

В каждом канале указанного корректора 13 по командам управления от (П)ЭВМ 6, поступающим через входной регистр 61 (RG), для каждого пикселя фрагментарного изображения происходит запись указанных кодов в энергонезависимое ОЗУ (NRAM) 56 в соответствии с адресами  $X$  и  $Y$ , которые формирует синхронизатор 7. Соответственно, во всех каналах корректора 13 обеспечивается запись таких кодов для всего поля изображения. После записи энергонезависимые ОЗУ (NRAM) 56 во всех каналах корректора 13 по команде (П)ЭВМ 6 переходят в режим считывания.

В дальнейшем указанные коды будут непосредственно использованы как поправочные коэффициенты  $U_b(x,y)$ , определяющие уровень "чёрного" при коррекции фрагментов целостного выходного видеосигнала.

Аналогично, после включения источника 12 первичного (рентгеновского) излучения блок 2 АЦП для каждой из телекамер 1 формирует коды отсчётов  $(\max)U_1(x,y)$ , соответствующие максимальному размаху выходного видеосигнала. Далее в каждом канале указанного корректора 13 по командам управления от (П)ЭВМ 6, поступающим через тот же входной регистр 61 (RG), для каждого пикселя фрагментарного изображения происходят:

в разностном каскаде 58 - вычитание

$$(\max)U_i(x,y) - [(\min)U_i(x,y) - U_B(x,y)], \text{ а}$$

в энергонезависимом ОЗУ (NRAM) 57 - запись разности указанных кодов в соответствии с адресами  $X$  и  $Y$ , которые формирует синхронизатор 7. Соответственно, во всех каналах корректора 13 обеспечивается запись таких кодов для всего поля изображения.

Полученные разности в дальнейшем будут использованы при коррекции как поправочные коэффициенты  $U_w(x,y)$ , определяющие максимальный размах фрагментов целостного выходного видеосигнала.

После окончания записи этих коэффициентов в ОЗУ (NRAM) 57 всех каналов эти ОЗУ по команде от (П)ЭВМ 6 переходят в режим считывания, и настройка цифрового корректора 13 амплитуд видеосигналов заканчивается.

Сущность амплитудной коррекции, которая необходима при использовании предложенной телевизионной системы для рентгенодиагностики различных по коэффициенту пропускания рентгеновского излучения частей тела человека и, особенно, при автоматическом управлении дозой облучения (а в остальных случаях всего лишь желательна), состоит, в основном, в следующем.

В каждом канале корректора 13 амплитуд видеосигналов для каждой точки с координатами  $(X,Y)$  изображений, формируемых каждой телекамерой 1, должны быть выполнены действия, предусмотренные выражением:

$$U_{cu}(x,y) = (U_i(x,y) - U_B(x,y)) * U_{max} / (U_w(x,y) - U_B(x,y)), \quad (5)$$

где  $U_{cu}(x,y)$  - откорректированный видеосигнал на выходе корректора 13;

$U_i(x,y)$  - код видеосигнала на входе корректора 13;

$U_{max}$  - код максимального значения размаха видеосигнала для синтезируемого целостного изображения;

$U_B(x,y)$  и  $U_w(x,y)$  - коды поправочных коэффициентов, физический смысл и способы получения которых указаны выше.

Вычитание из кода входного видеосигнала  $U_i(x,y)$  соответс-

твующего значения кода уровня "чёрного" как поправочного коэффициента  $U_b(x,y)$ , считываемого из энергонезависимого ОЗУ (NRAM) 56), происходит в разностном каскаде 58. Выполнение этой операции с выходными видеосигналами всех телекамер 1 позволяет задать единое значение уровня "чёрного" для видеосигнала синтезируемого целостного изображения.

Результат целочисленного деления кода максимального значения размаха видеосигнала для синтезируемого целостного изображения на код максимального размаха фрагментарного видеосигнала (поправочного коэффициента  $U_w(x,y)$ , считываемого из энергонезависимого ОЗУ (NRAM) 57), с выхода делителя 59 поступает на умножитель 62. Таким образом, делитель 59 и умножитель 62 приводят фрагментарный видеосигнал к единому масштабу, соответствующему синтезируемому целостному видеосигналу.

В эксплуатационном режиме предложенная телевизионная система высокого разрешения может функционировать следующим образом.

В простейшем случае, например, при формировании телевизионных изображений земной поверхности высокого разрешения на основе картографических изображений на фотопленке, полученных аэро- или космической фотосъемкой, исходное изображение проецируют непосредственно на оптические системы телекамер 1.

Блок 2 АЦП общеизвестным образом преобразует выходные видеосигналы телекамер 1, соответствующие фрагментарным изображениям, в цифровую форму и подаёт на входы корректора 3 геометрических искажений.

Этот корректор 3, как было описано выше, устраняет такие искажения видеосигналов фрагментарных изображений, которые препятствуют их "сшиванию" в целостное изображение без видимых границ фрагментов.

Синтез целостного изображения высокого разрешения происходит в преобразователе 4 (см. Фиг. 4) стандартов видеосигналов с ОЗУ, в который на объединённые информационные входы (D1) всех кадровых ОЗУ 31 независимых банков оперативной памяти из коррек-



тора 3 поступают откорректированные фрагментарные видеосигналы.

Формирование целостного изображения высокого разрешения начинается с параллельной записи указанных видеосигналов в первые кадровые ОЗУ 31 по адресам  $X$  и  $Y$ , поступающим из вышеуказанного синхронизатора 7 через первые же мультиплексоры 30 адресов. Для этого дешифратор 32 управления банками оперативной памяти формирует управляющие сигналы и подаёт их на каждое из первых ОЗУ 31 через соответствующие им первые мультиплексоры 30. По этим сигналам на входах ( $r/w$ ) первые ОЗУ 31 переходят в режим записи, а сигналы на входах ( $CS$ ) поддерживают выходы ( $DO$ ) этих же ОЗУ 31 в высокоомном ( $Z$ ) состоянии. Таким образом каждое первое кадровое ОЗУ 31 записывает первый текущий кадр откорректированного телевизионного изображения соответствующей телекамеры 1.

Следующий текущий кадр такого изображения аналогичным образом будет записан во вторые кадровые ОЗУ 31 всех независимых банков оперативной памяти с теми отличиями, что сигналы адресов  $X$  и  $Y$  из вышеуказанного синхронизатора 7 и указанные выше другие управляющие сигналы из дешифратора 32 будут поданы через вторые мультиплексоры 30 адресов.

В этот же период времени первые кадровые ОЗУ 31 всех независимых банков оперативной памяти будут работать в режиме последовательного считывания строк фрагментарных откорректированных видеосигналов предыдущего кадра в соответствии с адресами  $X_m$  и  $Y_m$ , поступающими из синхронизатора 7 через первые мультиплексоры 30 адресов. При этом выходы ( $DO$ ) первых кадровых ОЗУ 31 последовательно переводят в активное состояние управляющими сигналами, которые поступают на входы ( $CS$ ) с вышеуказанного дешифратора 32 через соответствующие первые мультиплексоры 30.

Последовательное считывание происходит таким образом:

одновременно с началом записи первой строки кадра вышеуказанных телекамер 1 во вторые кадровые ОЗУ 31 в активное состояние переводят выходы ( $DO$ ) первого кадрового ОЗУ 31 того банка оперативной памяти, который соответствует телекамере 1, располо-

женной в первом столбце и первом ряду, и считывают первую строку записанного в нём предыдущего кадра;

затем выходы (DO) указанной первого кадрового ОЗУ 31 переводят в высокоомное состояние, а в активное состояние переводят выходы первого кадрового ОЗУ 31 следующего банка оперативной памяти, который соответствует телекамере 1, расположенной во втором столбце и первом ряду, и считывают первую строку записанного в нём предыдущего кадра;

указанные операции повторяют до считывания первых строк предыдущего кадра из первых кадровых ОЗУ 31 всех банков оперативной памяти, соответствующих телекамерам 1, которые расположены в первом ряду,

снова переводят в активное состояние выходы (DO) первого кадрового ОЗУ 31 банка оперативной памяти, который соответствует телекамере 1, расположенной в первом столбце и первом ряду и считывают вторую строку предыдущего кадра;

за время параллельной записи первой строки текущего кадра во вторые кадровые ОЗУ 31 всех банков оперативной памяти из первых кадровых ОЗУ 31 тех банков оперативной памяти, которые соответствуют телекамерам 1, расположенным в первом ряду, последовательно считывают такое число строк  $N_y$ , которое равно числу рядов телекамер 1;

с началом записи второй строки текущего кадра во вторые кадровые ОЗУ 31 перевод выходов (DO) первых кадровых ОЗУ 31 в активное состояние и считывание строк предыдущего кадра происходит аналогично, но начиная с  $(N_y+1)$ -ой строки;

после завершения считывания из первых кадровых ОЗУ 31 банков оперативной памяти, соответствующих телекамерам 1, расположенным в первом ряду, аналогично считывают строки предыдущего кадра из банков оперативной памяти, которые соответствуют второму ряду телекамер 1, и так далее.

Далее параллельная запись третьего и последующих и последовательное считывание второго и последующих текущих кадров откор-

ректированных телевизионных изображений соответствующих телекамер 1 многократно повторяются с чередованием участвующих в нём первых и вторых кадровых ОЗУ 31 всех независимых банков оперативной памяти.

Далее цифроаналоговый преобразователь 33 (DAC HRV) преобразует соответствующий целостному изображению высокого разрешения цифровой код, поступающий с выходов DO кадровых ОЗУ 31, в аналоговый видеосигнал  $U_{out}$ .

Одновременно с записью в кадровые ОЗУ 31 блоки 34 памяти ( $RAM_1 \dots RAM_N$ ) буферного ОЗУ по сигналу  $U_w$  одного логического уровня, подаваемому от (П)ЭВМ 6 через синхронизатор 7, параллельно записывают откорректированные фрагментарные видеосигналы телекамер 1 для их последующего ввода в (П)ЭВМ 6. При этом выходы (DO) блоков 34 памяти находятся в высокоомном состоянии в соответствии с управляющими сигналами с выходов дешифратора 35 (DC CS) буферного ОЗУ. При вводе же записанного в буферном ОЗУ изображения высокого разрешения в (П)ЭВМ 6 блоки 34 командой  $U_w$  другого логического уровня переводят в режим считывания, а управляющие сигналы с выходов дешифратора 35 поочередно переводят выходы (DO) этих блоков 34 в активное состояние.

Выходной видеосигнал преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ через блок 5 поступает в (П)ЭВМ 6 для документирования, архивирования или отображения на её собственном мониторе (для контроля) и/или на мониторе 8 высокого разрешения (для оперативного контроля или предварительной визуальной оценки).

Для описанного применения предложенной телевизионной системы с функциями управления ею успешно справляются (П)ЭВМ 6 и синхронизатор 7, в котором (см. фиг.5):

а) селектор 37 выделяет из полного входного телевизионного сигнала  $U_{in1}$  исходные синхроимпульсы и формирует на их основе:

выходные строчные HSI и полукадровые VSI синхронизирующие импульсы, используемые далее в цифроаналоговом преобразователе 36 вышеуказанного преобразователя 4 стандартов видеосигналов с

ОЗУ для формирования полного телевизионного сигнала, поступающего на блок 5 ввода в (П)ЭВМ 6;

б) селектор 38 кадровых (синхро)импульсов и триггер 39 формируют управляющий сигнал  $U_{rw}$  для мультиплексоров 30 адреса вышеуказанного преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ для формирования в этом преобразователе (см. фиг.4):

адресов записи и считывания,

сигналов управления режимами работы кадровых ОЗУ 31, включая команды на выбор микросхем (CS) и на запись/считывание (r/w), и

сигналов управления входными мультиплексорами 26 и режимами чтение/запись ОЗУ 27 управляемых блоков памяти 17 вышеуказанного корректора 3 геометрических искажений;

в) генератор 40 синхро-TV вырабатывает тактовый сигнал  $f_1$ , который поступает:

в вышеуказанный блок 2 АЦП для задания темпа преобразований "аналог-код" во входящих в этот блок аналогоцифровых преобразователях и

на счётный вход счётчика 41 для формирования кодов абсцисс X пикселей изображений в телекамерах 1;

г) счётчик 42 по сигналам строчных HSI синхронизирующих импульсов селектора 37 синхроимпульсов формирует коды ординат Y пикселей изображений телекамер 1;

(далее указанные коды координат X и Y поступают:

- на информационные входы мультиплексоров 30 адреса в качестве адресов записи в кадровые ОЗУ 31 в рабочем режиме,

- на адресные входы блоков 34 памяти вышеуказанного преобразователя 4 при вводе видеосигнала синтезированного изображения в вышеуказанную (П)ЭВМ 6 через блок 5 ввода и

- в вышеуказанный корректор 3 геометрических искажений, в том числе:

- в вычислители 16 на информационные входы дешифраторов 19 для формирования сигналов управления режимами чтение/запись

энергонезависимых ОЗУ 21 (NRAM) и на адресные входы этих ОЗУ 21 для считывания записанных при настройке значений  $L_H(y)$ ,  $L_E(y)$ ,  $H_B(x)$  и  $H_E(x)$ , необходимых при вычислении кодов откорректированных координат  $X_c$  и  $Y_c$  в рабочем режиме, и

-- в управляемые блоки 17 памяти на входы мультиплексоров 26 для формирования адресов записи кодов видеосигналов телекамер 1 в рабочем режиме);

д) счётчик 44 по сигналам генератора 43 синхро-HRV формирует коды:

- абсцисс  $X_m$  пикселей синтезируемого изображения и
- управляющий сигнал  $U_{dc}$ , поступающий на дешифратор 32 управления банками оперативной памяти вышеуказанного преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ, для выбора банка оперативной памяти при считывании записанных ранее кодов пикселей изображений телекамер 1 при формировании целостного изображения высокого разрешения в рабочем режиме;

е) компаратор 45 HHSl и одновибратор 46 HHSl формируют строчные (HHSl) синхроимпульсы видеосигнала синтезируемого изображения;

ж) счётчик 47 по сигналам строчных (HHSl) синхроимпульсов с выхода вышеуказанного одновибратора 46 формирует коды ординат  $Y_m$  пикселей синтезируемого изображения, которые совместно с вышеуказанными кодами абсцисс  $X_m$  пикселей этого изображения поступают на информационные входы мультиплексоров 30 адреса вышеуказанного преобразователя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ в качестве адресов считывания из кадровых ОЗУ 31 в рабочем режиме при формировании синтезированного целостного изображения на вышеуказанном мониторе 8;

з) компаратор 48 HVSl и одновибратор 49 HVSl формируют кадровые (HVSl) синхроимпульсы видеосигнала синтезируемого изображения, которые совместно с вышеуказанными строчными (HHSl) синхроимпульсами с выхода вышеуказанного одновибратора 46 поступают на цифроаналоговый преобразователь 33 вышеуказанного преобразо-

вателя 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ для формирования в рабочем режиме полного телевизионного видеосигнала  $U_{out}$  синтезируемого целостного изображения высокого разрешения;

и) счетчик 50 по сигналам кадровых (HVS1) синхроимпульсов формирует управляющий сигнал  $U_{dss}$ , поступающий на дешифратор 35 буферного ОЗУ для выбора активного в данный момент времени блока 34 памяти при вводе видеосигнала синтезированного целостного изображения в вышеуказанную (П)ЭБМ 6;

к) входной регистр 53 по синхронизирующему сигналу дешифратора 55 (DC A) адреса программно формируемого порта (П)ЭБМ 6 принимает от этой (П)ЭБМ команды и на их основе формирует:

управляющий сигнал  $U_w$  разрешения ввода видеосигнала синтезированного целостного изображения высокого разрешения в (П)ЭБМ 6, поступающий в вышеуказанный преобразователь 4 стандартов видеосигналов с ОЗУ,

управляющий сигнал  $U_{c1b}$  включения режима настройки, поступающий:

- на вышеуказанное средство 11 для начала позиционирования вышеуказанных калибровочных тест-объектов 10 в поле зрения телекамер 1 (при автоматической настройке телевизионной системы), и

- на схему И 51, которая на основе этого сигнала формирует управляющий сигнал  $U_{str}$ , поступающий в корректор 3 геометрических искажений для перевода энергонезависимых ОЗУ 21 (NRAM) в режимы записи кодов координат границ тест-изображений (при автоматической настройке телевизионной системы);

л) выходной регистр 54 выдает в вышеуказанную (П)ЭБМ 6 сигнал кадрового (синхро)импульса, формируемый селектором 33 кадровых импульсов, и управляющий сигнал  $U_{dss}$  с выхода вышеуказанного счетчика 50.

Функционирование прочих блоков синхронизатора 7 будет описано ниже применительно к другим возможным режимам работы предложенной телевизионной системы преимущественно для нужд рентгенодиагностики, когда для повышения качества целостных изображе-

ний целесообразно использовать межкадровые накопители 14 и многоканальное пороговое управляющее устройство 15.

Один из таких режимов обусловлен, например, потребностью в автоматической настройке указанной системы для рентгеноскопического сопровождения хирургических операций с использованием зондов. Действительно, при подготовке (рентген)телевизионной системы к таким операциям нередко приходится изменять взаиморасположение телекамер 1 с учётом требуемых конфигурации и площади операционного поля.

Поскольку эффективность таких операций заметно зависит от точности определения положения зонда в теле пациента, постольку качество геометрической коррекции целостного изображения, выводимого на монитор 8 (т.е. отсутствие видимых стыков между его фрагментами), приобретает особое значение.

Соответственно, эффективность работы корректора 3 геометрических искажений существенно зависит от точности определения поправочных коэффициентов  $U_B(x,y)$  и  $U_W(x,y)$  в цифровом корректоре 13 амплитуд видеосигналов.

Однако известно, что даже при неработающем источнике 12 рентгеновского излучения видеосигналы  $U_{in}(x,y,t)$  после блока 2 АЦП представляют собой сумму:

$$U_{in}(x,y,t) = U_B(x,y) + U_n(x,y,t), \quad (6)$$

где

$U_B(x,y)$  - постоянная составляющая уровней "черного" (которая для разных пикселей изображения от одной из телекамер 1 и даже для разных телекамер 1 может иметь несущественно различающиеся значения), а

$U_n(x,y,t)$  - флуктуирующая составляющая, обусловленная шумами указанных источника 12 излучения, преобразователя 9 и телекамер 1.

При выключённом указанном источнике 12 (в режиме настройки или на "холостом ходу" телевизионной системы) сигнал  $U_{in}(x,y,t)$  будет определяться выражением:

$$U_{in}(x, y, t) = U_w(x, y) + U_b(x, y) + U_n(x, y, t) \quad (7)$$

где

$U_w(x, y)$  - практически постоянная для конкретной телевизионной камеры величина, соответствующая максимальному размаху и определяемая как произведение  $K_w(x, y) \cdot U_{max}$ , где  $U_{max}$  - сигнал, соответствующий максимальной яркости изображения, а  $K_w(x, y)$  - коэффициент ослабления (обычно меньше единицы), который обусловлен незначительными по величине неравномерностью потока от указанного источника 12, неоднородностью преобразователя 9 и коэффициентов пропускания оптических систем телекамер 1 и который автоматически определяется и учитывается при запуске предложенной телевизионной системы;

$U_b(x, y)$  и  $U_n(x, y, t)$  - те же, что и в (6).

Хорошо известными специалистам методами математического моделирования и/или экспериментально нетрудно заранее определить такие коэффициенты усреднения  $A_k$  и  $B_k = 1 - A_k$  соответственно для входных  $U_{in}(x, y)$  и выходных  $U_i(x, y)$  сигналов межкадровых накопителей 14, при использовании которых влияние указанных флуктуирующих составляющих на качество сигналов  $U_i(x, y)$  на входе в корректор 13 амплитуд видеосигналов (и далее - в корректор 3 геометрических искажений) будет существенно ослаблено.

Коды указанных коэффициентов фиксируют в памяти вышеуказанной (П)ЭВМ 6. При автоматической настройке или при экзитуации предложенной телевизионной системы в большинстве рабочих режимов эти коды коэффициентов  $A_k$  и  $B_k$  по управляющему сигналу с выхода дешифратора 67 адреса программно формируемого порта (П)ЭВМ 6 поступают на запись во входные регистры 68 каждого из межкадровых накопителей 14.

Далее в не обозначенных особо рециркуляторных контурах межкадровых накопителей 14, каждый из которых выполнен на основе двух умножителей 63 и 64, сумматора 65 и блока 66 ОЗУ (см. фиг. 7), входные сигналы  $U_{in}(x, y)$ , поступающие с соответствующих выхо-



дов вышеуказанного блока 2 АЦП, умножают на коэффициент  $A_k$  и суммируют с умноженными на коэффициент  $B_k$  входными сигналами  $U_i(x,y)$  цифрового корректора 13 амплитуд видеосигналов, что способствует улучшению качества синтезируемых изображений высокого разрешения.

Для управления межкадровыми накопителями 14 при настройке предложенной телевизионной системы и, особенно, в рабочем режиме рентгенографии целесообразно использовать многоканальное пороговое управляющее устройство 15 (см. фиг.5).

Действительно, каждая рентгенограмма, записанная в ЦЭВМ 6 в виде цифрового видеосигнала высокого разрешения, должна при воспроизведении обеспечить такое качество изображения, которое будет близко к качеству изображений на широкоформатной рентгеновской плёнке. При этом желательно, чтобы это качество было достигнуто за время, не превышающее длительность экспозиции, обычной для рентгенографических процедур.

Естественно, что минимизация экспозиции (и поглощённой пациентом дозы ионизирующего излучения) не всегда может быть достигнута одним лишь выбором подходящих по чувствительности телекамер 1. Поэтому желательно немедленно после достаточного усреднения видеосигналов в межкадровых накопителях 14 "заморозить" удовлетворительные фрагменты целостного выходного видеосигнала, записать их и выключить источник 12 рентгеновского излучения.

Для этого заранее (до первого сеанса рентгенографии) устанавливают три порога:

минимальный порог яркости фрагментарных видеосигналов, который выбирают как долю (предпочтительно не менее четверти, но не более половины) максимального размаха видеосигналов телекамер 1, используемых в составе телевизионной системы, и которому соответствует параллельный код  $U_1$ ;

порог  $U_{11}$  как максимально допустимое в каждом фрагментарном изображении число пикселей с яркостью меньше заданной кодом  $U_1$  (его обычно выбирают в пределах 20-35% от общего числа пикселей

в указанном изображении), и

порог  $U_{12}$ , задающий (обычно в пределах 15-35%)  $M$  таких каналов из их общего количества  $N$ , в которых количество пикселей с яркостью меньше заданной кодом  $U_1$  меньше порогового числа пикселей  $U_{11}$ .

Эти пороги далее используют следующим образом.

Когда откорректированные в цифровом корректоре 13 по амплитуде фрагментарные видеосигналы  $U_{c11}(x,y) \dots U_{c1N}(x,y)$  поступают на первые входы компараторов 69 соответствующих каналов многоканального порогового управляющего устройства 15, на вторые входы всех этих компараторов 69 с вышеуказанной (П)ЭВМ 6 через входной регистр 76 (RG D) поступает параллельный код порога  $U_1$ .

Далее в каждом канале:

сигналы на выходах компаратора 69 и выходе схемы 70 и приобретают логический уровень "1" при выполнении условия:

$$U_{c11}(x,y) < U_1 \quad (8)$$

счётчик 71 подсчитывает количество пикселей фрагментарного изображения, для которых справедливо выражение (8) и, соответственно, яркость которых меньше указанного порогового значения,

последовательность импульсов  $U_{k1}$  с частотой кадров телевизионной развёртки, поступающая из вышеуказанного синхронизатора 7, обеспечивает сброс счётчика 71,

импульсы, подсчитанные за время "прохода" одного кадра, по концу кадра параллельно записывают в регистр 72,

на первый и второй входы компаратора 73 соответственно поступают: из указанного регистра 72 - сигнал от счётчика 71 и из входного регистра 76 - код порога  $U_{11}$  (П)ЭВМ 6.

Сигнал логической "1" на выходе компаратора 73 означает, что в данном канале требуемое время экспозиции выдержано.

Логические сигналы с выходов компараторов 73 всех каналов через триггеры 74 по концу кадра фрагментарного видеосигнала поступают на входы общего для всех каналов мультиплексора 77, на управляющий вход которого поступает сигнал  $X$  из вышеуказанного

синхронизатора 7.

Счётчик 79 с периодичностью смены кадров телекамер 1 подсчитывает количество каналов, в которых экспозиция завершена.

Компаратор 81, на один из входов которого через входной регистр 76 от (П)ЭВМ 6 поступает код порога  $U_{12}$ , вырабатывает сигнал логической "1" в том случае, если в  $M$  каналах из  $N$  экспозиция завершена. Выходной сигнал  $U_{81}$  компаратора 81 поступает на контроллер вышеуказанного источника 12 рентгеновского излучения для его выключения.

По концу кадра выходной сигнал компаратора 81 переписывают в триггер 82 и подают в вышеуказанный синхронизатор 7, который вырабатывает управляющий сигнал для перевода межкадровых накопителей 14 в режим памяти и формирования на их выходах сигналов "замороженных" фрагментарных изображений, которые поступают в (П)ЭВМ 6 для записи и последующего воспроизведения и анализа целостного изображения высокого разрешения.

Для синхронизации работы блоков предложенной телевизионной системы в её полной конфигурации синхронизатор 7 (см. фиг.15) наряду с вышеуказанными принимает и выдаёт ряд дополнительных сигналов, синхронизирующих окончание накопления целого числа кадров фрагментарных видеосигналов в межкадровых накопителях 14 с кадровыми синхроимпульсами, а именно:

D-вход D-триггера 52 принимает управляющий сигнал  $U_{52}$  с выхода вышеуказанного многоканального порогового управляющего устройства 15,

на тактовый С-вход этого же D-триггера 52 поступает последовательность кадровых синхроимпульсов с выхода селектора 88 кадровых импульсов в синхронизаторе 7,

по переднему фронту каждого из синхроимпульсов указанной последовательности этот D-триггер 52 записывают логический уровень, соответствующий управляющему сигналу  $U_{52}$ , причём сброс после каждой записи (или при запуске) происходит по командам, которые поступают от (П)ЭВМ 6 через входной регистр 53 синхрони-

затра 7 на R-вход этого D-триггера 52,

на первый вход схемы И 51 поступает сигнал с инверсного QX-выхода D-триггера 52, а на её второй вход - сигнал  $f_1$  с выхода вышеуказанного генератора 40 синхро-TV.

Таким образом формируется управляющий сигнал  $U_c$ , который представляет собой последовательность импульсов с частотой сигнала  $f_1$  и который обеспечивает в межкадровых накопителях 14 накопление фрагментарных видеосигналов (при низком логическом уровне сигнала  $U_{sn}$ ) и получение существенно очищенного от помех "замороженного" фрагментарного изображения (при высоком логическом уровне сигнала  $U_{sn}$ ).

Промышленная применимость предложенной телевизионной системы высокого разрешения обусловлена, во-первых, возможностью её изготовления на современной элементной базе в разных конфигурациях, и во-вторых, возможностью применения для синтеза целостных (без видимых стыков) изображений с высокой разрешающей способностью из фрагментарных видеосигналов от упорядоченного множества стандартных телекамер, что позволяет применять такую систему для нужд, например, картографии, а в сочетании с источником рентгеновского излучения - для нужд функциональной рентгеновской диагностики, как это подробно показано выше.

**Патентний повірений**  
(реєстр. № 15)

**В. Куцевич**



## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Телевизионная система высокого разрешения, имеющая по меньшей мере две телекамеры, блок аналого-цифровых преобразователей (АЦП), преобразователь стандартов видеосигналов, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), средства синтеза выходного видеосигнала, связанные с выходами телекамер и между собой, и центральный процессор на основе (П)ЭВМ, **отличающаяся** тем, что средства синтеза выходного видеосигнала выполнены на основе многоканального корректора геометрических искажений и синхронизатора, при этом указанный корректор подключён через блок АЦП к выходам телекамер и через преобразователь стандартов видеосигналов и ОЗУ - на вход (П)ЭВМ, а синхронизатор подключён через свой управляющий вход - на выход синхронизации по меньшей мере одной из телекамер, а через свои управляющие выходы - на тактовый вход блока АЦП, на адресные входы указанного корректора и на адресные и управляющие синхронизирующие входы преобразователя стандартов видеосигналов.

2. Телевизионная система по п.1, **отличающаяся** тем, что она снабжена источником первичного (рентгеновского) излучения и преобразователем рентгеновского изображения в видимое изображение, которые последовательно установлены перед телекамерами.

3. Телевизионная система по п.1, **отличающаяся** тем, что она снабжена по меньшей мере одним калибровочным тест-объектом в виде пространственной миры, который при настройке системы может быть размещён перед телекамерами.

4. Телевизионная система по п.3, **отличающаяся** тем, что она снабжена средством размещения калибровочных тест-объектов в поле зрения и удаления этих объектов из поля зрения телекамер, которое подключено на управляющий синхронизирующий выход синхронизатора, а этот синхронизатор дополнительно взаимосвязан с (П)ЭВМ управляющей цепью обратной связи.

5. Телевизионная система по п.1, **отличающаяся** тем, что она снабжена монитором высокого разрешения, который подключён на ин-

формационный выход преобразователя стандартов видеосигналов и ОЗУ.

6. Телевизионная система по п.1, отличающаяся тем, что многоканальный корректор геометрических искажений в каждом из каналов имеет:

на входе:

- по меньшей мере два идентичных вычислителя откорректированных координат соответственно по горизонтали и вертикали каждого из элементов (пикселей) изображения в выходном видеосигнале, вычисляемых на основе исходных координат аналогичных пикселей во входном видеосигнале и поправочных коэффициентов, и

- по меньшей мере два идентичных управляемых блока памяти входного цифрового видеосигнала, подключённых к указанным вычислителям как источникам адресов для считывания информации об откорректированных элементах выходного видеосигнала, а

на выходе:

- инвертор, который включён между указанным выше синхронизатором и одним из указанных управляемых блоков памяти, и

- выходной мультиплексор для поочерёдного подключения выходов указанных управляемых блоков памяти на вход вышеуказанных преобразователя стандартов видеосигналов и ОЗУ.

7. Телевизионная система по п.6, отличающаяся тем, что: каждый из указанных вычислителей имеет по меньшей мере:

- один входной компаратор с фиксированным значением порогового цифрового кода, подключённый к выходу одного из АЦП,

- один дешифратор, подключённый на адресные выходы координат пикселей входного изображения с выше указанного синхронизатора и имеющий два управляющих выхода,

- две логические схемы И, каждая из которых подключена к выходу указанного компаратора и к управляющему выходу синхронизатора и одна из которых подключена к первому, а вторая - ко второму управляющему выходу указанного дешифратора,

- два энергонезависимых ОЗУ, у которых:

-- управляющие входы независимо подключены к выходам соответствующих логических схем И и

-- адресные и информационные входы также независимо подключены соответственно к адресным выходам выше указанного синхронизатора.

- один дешифратор, подключённый на адресный выход одной из координат каждого из пикселей входного изображения с выше указанного синхронизатора (при этом в первом и втором энергонезависимых ОЗУ первого вычислителя на их информационные входы поступает сигнал, соответствующий одной из координат каждого из пикселей входного изображения, на адресные входы этих же ОЗУ поступает сигнал, соответствующий второй координате каждого из пикселей входного изображения, а на соответствующие входы первого и второго энергонезависимых ОЗУ и на дешифратор второго вычислителя указанные сигналы поступают в обратном порядке),

- один разностный каскад с двумя информационными отдельно подключёнными соответственно к информационным выходам указанных энергонезависимых ОЗУ входами,

- нормировщик для целочисленного деления цифрового параллельного кода сигнала, задающего одну из координат каждого из пикселей искажённого изображения, на цифровой код константы, задающей один из геометрических размеров неискажённого раstra (соответственно по горизонтали в одном и по вертикали в другом вычислителе),

- умножитель для перемножения цифровых кодов одной из нормированных координат каждого из пикселей входного изображения на соответствующий этой координате цифровой код текущего размера искажённого раstra,

- сумматор для сложения цифровых кодов координат начала искажённого раstra и текущего приращения координаты обрабатываемого пикселя изображения в том же растре, а

каждый управляемый блок памяти имеет:

- два входных мультиплексора, каждый из которых предназна-

чен для формирования соответствующих цифровых кодов координат пикселей входного и откорректированного изображения, и подключенные к указанным мультиплексорам

- ОЗУ для записи по одним адресам входного видеосигнала и считывания по другим адресам выходного видеосигнала.

8. Телевизионная система по п.1, отличающаяся тем, что указанный преобразователь стандартов видеосигналов совмещен с указанным ОЗУ и имеет:

развязанные по информационным входам банки оперативной памяти, количество которых равно количеству телекамер и в каждый из которых включены:

- два мультиплексора адреса и

- два кадровых ОЗУ;

дешифратор управления банками оперативной памяти;

первый цифроаналоговый преобразователь;

буферное ОЗУ, содержащее:

- параллельно подключенные блоки памяти, количество которых равно количеству телекамер и

- дешифратор буферного ОЗУ и

второй цифроаналоговый преобразователь.

9. Телевизионная система по п.8, отличающаяся тем, что

(а) в каждом упомянутом банке оперативной памяти:

информационные входы кадровых ОЗУ объединены и подсоединены к соответствующим выходам указанного многоканального корректора геометрических искажений, а их информационные выходы также объединены (в том числе - и между банками) и подключены к информационному входу первого цифроаналогового преобразователя;

первые входы мультиплексоров объединены и подключены к синхронизирующим выходам кодов координат записи откорректированных изображений в кадровые ОЗУ в выше указанном синхронизаторе, а вторые входы мультиплексоров также объединены и подключены к синхронизирующим выходам кодов координат считывания откорректированных изображений из кадровых ОЗУ в выше указанном синхрони-



заторе;

первые выходы первого мультиплексора подключены к соответствующим входам адреса первого кадрового ОЗУ, а первые выходы второго мультиплексора подключены к соответствующим входам адреса второго кадрового ОЗУ;

второй управляющий вход первого мультиплексора и второй (инверсный) управляющий вход второго мультиплексора подключены к управляющему выходу выше указанного синхронизатора;

первые выходы мультиплексоров подключены к адресным входам, их вторые выходы - к управляющим входам выбора чипов и их третьи выходы - к управляющим входам чтения-записи соответствующих ОЗУ;

(б) во всех банках оперативной памяти:

первые управляющие входы первого и второго мультиплексоров объединены и подключены соответственно к первому, второму и т.д. выходам дешифратора, а

информационные выходы всех кадровых ОЗУ объединены и подключены к информационному входу первого цифроаналогового преобразователя;

(в) управляющий вход дешифратора подключен к управляющему выходу выше указанного синхронизатора;

(г) первый и второй управляющие входы первого цифроаналогового преобразователя соответственно подключены к синхронизирующим выходам выше указанного синхронизатора, а информационный выход этого преобразователя подключен к выше указанному монитору высокого разрешения;

(д) адресные входы блоков памяти буферного ОЗУ объединены и подключены к синхронизирующим выходам выше указанного синхронизатора с кодами координат; их информационные входы подключены к соответствующим выходам выше указанного многоканального корректора геометрических искажений; их информационные выходы объединены и подключены к информационному входу второго цифроаналогового преобразователя; их входы управления чтением-записью подключены к управляющему выходу выше указанного синхронизатора, а

информационный вход последнего блока памяти указанного буферного ОЗУ подключён к соответствующему информационному входу кадрового ОЗУ;

(е) управляющие входы дешифратора буферного ОЗУ подключены к соответствующим управляющим выходам выше указанного синхронизатора, а управляющие выходы указанного дешифратора подключены ко входам выбора чипа блоков памяти так, что первый из указанных выходов связан с указанным входом первого блока памяти, второй - со входом второго блока памяти и т.д.;

(ж) информационный вход второго цифроаналогового преобразователя подключён к объединённым информационным выходам блоков памяти, управляющие входы этого преобразователя соответственно подключены к синхронизирующим выходам выше указанного синхронизатора, а его информационный выход подключён к выше указанному блоку ввода видеосигналов в П(ЭВМ).

10. Телевизионная система по п.1, отличающаяся тем, что синхронизатор имеет:

первый задающий генератор синхронизирующих сигналов, соответствующих стандарту разрешения телекамер, тактовый выход которого подключён к тактовым входам выше указанных блоков АЦП и многоканального порогового управляющего устройства и

по меньшей мере один второй задающий генератор синхронизирующих сигналов, соответствующих стандарту высокого разрешения синтезируемого изображения;

две группы счётчиков соответственно для координат  $X$  и  $Y$  пикселов изображений, формируемых каждой из телекамер, и

две группы счётчиков соответственно для координат  $X_m$  и  $Y_m$  пикселов синтезируемого изображения высокого разрешения;

по меньшей мере один селектор синхроимпульсов, предназначенный для выделения из полного телевизионного сигнала исходных синхронизирующих импульсов и формирования выходных горизонтальных и вертикальных синхронизирующих импульсов;

два цифровых компаратора соответственно для кодов координат

$X_m$  и  $Y_m$ :

два одновибратора для формирования горизонтальных (строчных) и вертикальных (кадровых) импульсов, соответствующих стандарту высокого разрешения;

по меньшей мере один счётчик количества пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения;

схему И для конъюнкции при формировании управляющих сигналов для вышеуказанного корректора геометрических искажений;

входной регистр для приёма указанным синхронизатором команд управления, поступающих от указанной (П)ЭВМ;

выходной регистр для выдачи информации о состоянии указанного синхронизатора в указанную (П)ЭВМ и

дешифратор адреса программно формируемого порта указанной (П)ЭВМ для выдачи в указанный синхронизатор команд управления,

при этом:

первый задающий генератор подключён к счётному входу первой группы счётчиков координат  $X$ ;

счётный вход второй группы счётчиков координат  $Y$  подключён к выходу горизонтальных синхронизирующих импульсов селектора синхроимпульсов;

первая группа счётчиков координат  $X_m$  подключена по счётному входу к выходу второго задающего генератора синхронизирующих сигналов;

счётный вход второй группы счётчиков координат  $Y_m$  подключён к выходу счётчиков координат  $X_m$  через последовательно соединённые один из цифровых компараторов и один из одновибраторов;

входы сброса первой группы счётчиков координат  $X$  и первой группы счётчиков координат  $X_m$  подключены к выходу горизонтальных синхронизирующих импульсов селектора синхроимпульсов;

вход сброса второй группы счётчиков координат  $Y$  подключён к такому выходу селектора синхроимпульсов, с которого должны быть сняты вертикальные синхронизирующие импульсы, соответствующие полному кадру выходного изображения телекамер;

вход сброса второй группы счётчиков координат  $Y_m$  подключён к такому выходу селектора синхроимпульсов, с которого должны быть сняты вертикальные синхронизирующие импульсы, соответствующие полукадру выходного изображения телекамер;

выход первой группы счётчиков координат  $X_m$  подключен:

- ко входам всех мультиплексоров и на вход дешифратора управления банками оперативной памяти вышеуказанного преобразователя стандартов видеосигналов с ОЗУ и

- через последовательно соединённые первый цифровой компаратор и первый одновибратор - к цифроаналоговому преобразователю этого же преобразователя с ОЗУ, а также

- к счётному входу второй группы счётчиков координат  $Y_m$ ;

выход второй группы счётчиков координат  $Y_m$  подключён:

- ко входам всех мультиплексоров вышеуказанного преобразователя стандартов видеосигналов с ОЗУ и

- через последовательно соединённые второй цифровой компаратор и второй одновибратор - к цифроаналоговому преобразователю этого же преобразователя с ОЗУ, а также

- к счётному входу счётчика количества пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения;

входной регистр подключён:

- по параллельному входу данных - к (П)ЭВМ,

- по первому выходу - ко входу сброса счётчика количества пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения и управляющему входу преобразователя стандартов видеосигналов с ОЗУ,

- по второму выходу - ко второму входу схемы И;

- по третьему выходу - ко входу сброса D-триггера;

выходной регистр подключён:

- по первому входу - к выходу вертикальных синхронизирующих импульсов выше указанного селектора синхроимпульсов,

- по второму входу - к выходу счётчика количества пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения, а

- по выходу - к (П)ЭВМ;

дешифратор адреса программно формируемого порта (П)ЭВМ для выдачи в вышеуказанный синхронизатор команд управления подключён:

- по входу - к шине адреса (П)ЭВМ, а
- по выходу - к входу входного регистра;

счётчик количества пикселей синтезируемого изображения высокого разрешения дополнительно подключён на управляющий вход дешифратора буферного ОЗУ вышеуказанного преобразователя стандартов видеосигналов с ОЗУ.

11. Телевизионная система по п.10, **отличающаяся** тем, что синхронизатор дополнительно снабжён второй схемой И и D-триггером, причём:

указанная схема И по одному входу подключена к выходу задающего генератора синхронизирующих сигналов, соответствующих стандарту разрешения телекамер, по второму входу - к инверсному выходу D-триггера, а выход может быть использован в дополнительной цепи формирования входных сигналов для вышеуказанного корректора геометрических искажений, а

указанный D-триггер подключён:

- по информационному входу - к управляющему выходу вышеуказанного многоканального порогового управляющего устройства,
- по синхронизирующему входу - к выходу селектора синхронимпульсов, соответствующих целому кадру входного изображения,
- по входу сброса - к третьему выходу вышеуказанного входного регистра.

12. Телевизионная система по п.2, **отличающаяся тем**, что она дополнительно снабжена цифровым корректором амплитуд видеосигналов, который включён на вход многоканального корректора геометрических искажений, межкадровыми накопителями цифровых видеосигналов, количество которых обычно равно количеству телекамер и которые включены между блоком АЦП и указанным цифровым корректором амплитуд видеосигналов, и многоканальным пороговым управляющим устройством, которое включено на выходы цифрового корректора

амплитуд видеосигналов, через вышеуказанный синхронизатор подключено к управляющим входам межкадровых накопителей цифровых видеосигналов и снабжено управляющим выходом обратной связи с источником первичного (рентгеновского) излучения.

13. Телевизионная система по п.12, отличающаяся тем, что цифровой корректор амплитуд видеосигналов выполнен многоканальным и в каждом канале имеет:

два энергонезависимых ОЗУ, которые соответственно предназначены для хранения кодов поправочных коэффициентов уровня "чёрного" и максимального размаха видеосигнала для каждого пиксела входного изображения от соответствующей (данному каналу) телекамеры;

разностный каскад для вычисления разности кодов входного сигнала и уровня "чёрного" для каждого пиксела входного изображения от соответствующей телекамеры;

делитель для вычисления нормировочных коэффициентов амплитудной коррекции входных видеосигналов делением константы, задающей для выбранных телекамер и АЦП код максимального размаха видеосигнала, на изменяющийся код, соответствующий максимальному размаху видеосигнала для каждого текущего пиксела входного изображения от соответствующей телекамеры;

дешифратор адреса программно формируемого порта (П)ЭБМ для выдачи команд управления в данный канал цифрового корректора амплитуд видеосигналов, у которого вход подключён к шине адреса (П)ЭБМ;

входной регистр для приёма команд управления, поступающих от (П)ЭБМ, у которого:

- первый вход подключён к шине данных (П)ЭБМ, второй вход - к выходу дешифратора адреса, а
- выходы подключены к управляющим входам энергонезависимых ОЗУ;

выходной умножитель для формирования кодов нормированного выходного видеосигнала перемножением упомянутых нормировочных

коэффициентов на упомянутый код сигнала разности,

причём:

первое ОЗУ подключено по информационному входу - к выходу соответствующего канала вышеуказанного блока АЦП, по управляющему входу - к первому выходу входного регистра,

второе ОЗУ подключено:

- по информационному входу - к выходу указанного разностного каскада,

- по управляющему входу - ко второму выходу входного регистра; а

по адресным входам оба ОЗУ подключены к выходу X, Y вышеуказанного синхронизатора;

разностный каскад подключён по первому входу - к выходу соответствующего канала вышеуказанного блока АЦП, по второму входу - к выходу первого ОЗУ, а по выходу - на первый вход указанного умножителя;

делитель подключён между выходом второго ОЗУ и вторым входом умножителя.

14. Телевизионная система по п.12, **отличающаяся** тем, что многоканальное пороговое управляющее устройство имеет:

в каждом канале:

- первый компаратор для сравнения кодов пикселей изображения, формируемого соответствующей данному каналу телекамерой, с кодом порога,

- схему **И**, которая по первому входу подключена к выходу компаратора и предназначена для стробирования тактового сигнала выходным сигналом этого компаратора,

- счётчик, счётный вход которого подключён к выходу указанной схемы **И** и который служит для подсчёта количества таких пикселей в кадре изображения, соответствующем подключённой к данному каналу телекамере, код которых превышает заданное пороговое значение яркости,

- регистр, информационный вход которого подключён к выходу

счётчика и который служит для хранения параллельного выходного кода этого счётчика,

- второй компаратор, вход которого через указанный регистр подключён к выходу указанного счётчика и который служит для сравнения выходного кода этого счётчика с заданным пороговым количеством пикселей изображения, имеющих яркость не менее упомянутого порогового значения, и

- триггер, у которого информационный вход соединён с выходом указанного компаратора и который служит для записи логического выходного сигнала этого компаратора по концу синхронизирующего кадрового импульса от вышеуказанного синхронизатора; и

общие для всех каналов:

- дешифратор адреса программно формируемого порта (П)ЭВМ для выдачи в многоканальное пороговое управляющее устройство кодов пороговых значений яркости, количества пикселей с яркостью не менее порогового значения и количества каналов, с логическим уровнем "1" на выходах, у которого вход подключён к шине адреса (П)ЭВМ,

- входной регистр для приёма кодов указанных пороговых значений, поступающих от (П)ЭВМ, у которого первый (информационный) вход подключён к шине данных (П)ЭВМ, а второй (тактовый) вход - к выходу дешифратора адреса, первый выход (кода порогового значения яркости) подключён к объединённым первым входам первых компараторов всех каналов, а второй выход (кода количества пикселей с яркостью не менее заданной) - к объединённым вторым входам вторых компараторов всех каналов,

- мультиплексор для мультиплексирования выходных сигналов всех каналов, у которого каждый из информационных входов подключён к выходам триггеров соответствующих каналов, а управляющий вход - к синхронизирующему выходу вышеуказанного синхронизатора с кодом координаты X;

- схема И для стробирования тактового сигнала выходным сигналом указанного мультиплексора, у которой первый вход подключён



к выходу мультиплексора, а второй вход соединён с объединёнными вторыми входами указанных схем И каждого из каналов многоканального порогового управляющего устройства и подключён к тактовому выходу вышеуказанного синхронизатора;

- счётчик для подсчёта количества тех каналов, сигналы на выходах триггеров которых имеют логический уровень "1", и который подключён по счётному входу - к выходу указанной схемы И, а по входу сброса через инвертор - к выходу синхронизирующих кадровых импульсов вышеуказанного синхронизатора,

- компаратор для сравнения выходного кода счётчика с пороговым значением количества каналов с логическим уровнем "1" на выходах, подключённый по первому и второму информационным входам соответственно к выходу счётчика и к третьему выходу указанного входного регистра, а по выходу - к контроллеру источника первичного (рентгеновского) излучения,

- триггер для записи и хранения выходного сигнала указанного компаратора, подключённый по информационному входу - к выходу указанного компаратора, по тактовому входу через указанный инвертор - к выходу синхронизирующих кадровых импульсов вышеуказанного синхронизатора, а по управляющему выходу - к вышеуказанным межкадровым накопителям через вышеуказанный синхронизатор,

при этом

в каждом из каналов объединены и совместно подключены к выходу синхронизирующих кадровых импульсов вышеуказанного синхронизатора входы сброса счётчиков количества пикселей с яркостью не менее заданного значения, тактовые входы всех регистров и тактовые входы всех триггеров, а

вторые входы первых компараторов всех каналов подключены к соответствующим информационным выходам вышеуказанного цифрового корректора амплитуд видеосигналов.

Патентный поверенный  
(реестр. № 15)

В. Куцесвич

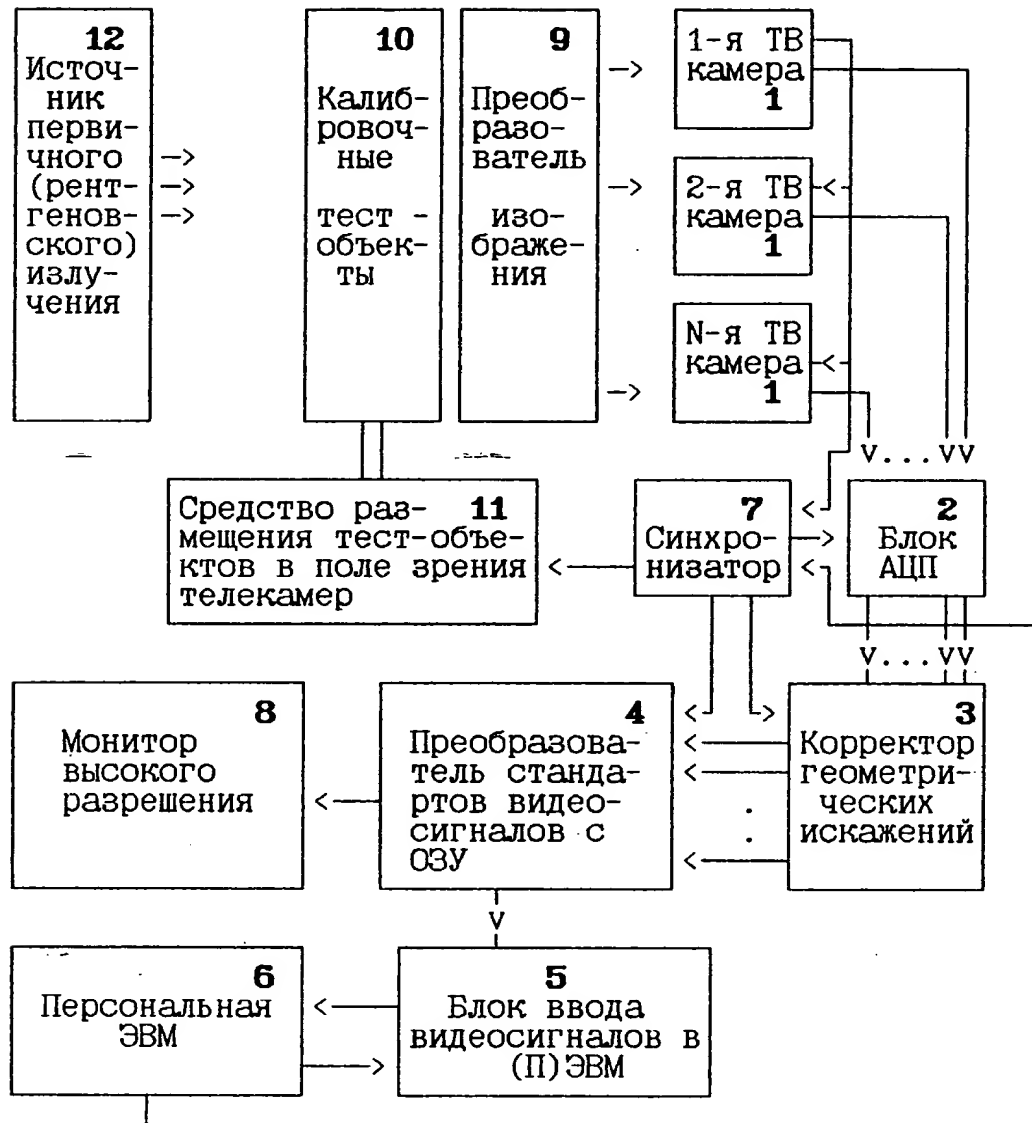


## Р Е Ф Е Р А Т

ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ имеет по меньшей мере две телекамеры, блок аналого-цифровых преобразователей (АЦП), преобразователь стандартов видеосигналов, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), средства синтеза выходного видеосигнала, связанные с выходами телекамер и между собой, и центральный процессор на основе (П)ЭВМ. Для эффективного "сшивания" отдельных изображений в целостную (исключающую "стыки") картину динамического процесса, характеризующуюся разрешением не менее 3000x4000 элементов с четкостью и контрастностью не хуже, чем у изображений на широкоформатной рентгеновской фото- или киноплёнке средства синтеза выходного видеосигнала выполнены на основе многоканального корректора геометрических искажений и синхронизатора, при этом указанный корректор подключён через блок АЦП к выходам телекамер и через преобразователь стандартов видеосигналов и ОЗУ - на вход (П)ЭВМ, а синхронизатор подключён через свой управляющий вход - на выход синхронизации по меньшей мере последней из телекамер, а через свои управляющие выходы - на тактовый вход блока АЦП, на адресные входы указанного корректора и на адресные и управляющие синхровходы преобразователя стандартов видеосигналов.

13 з.п.ф.; 10 ил. (Фиг.2)

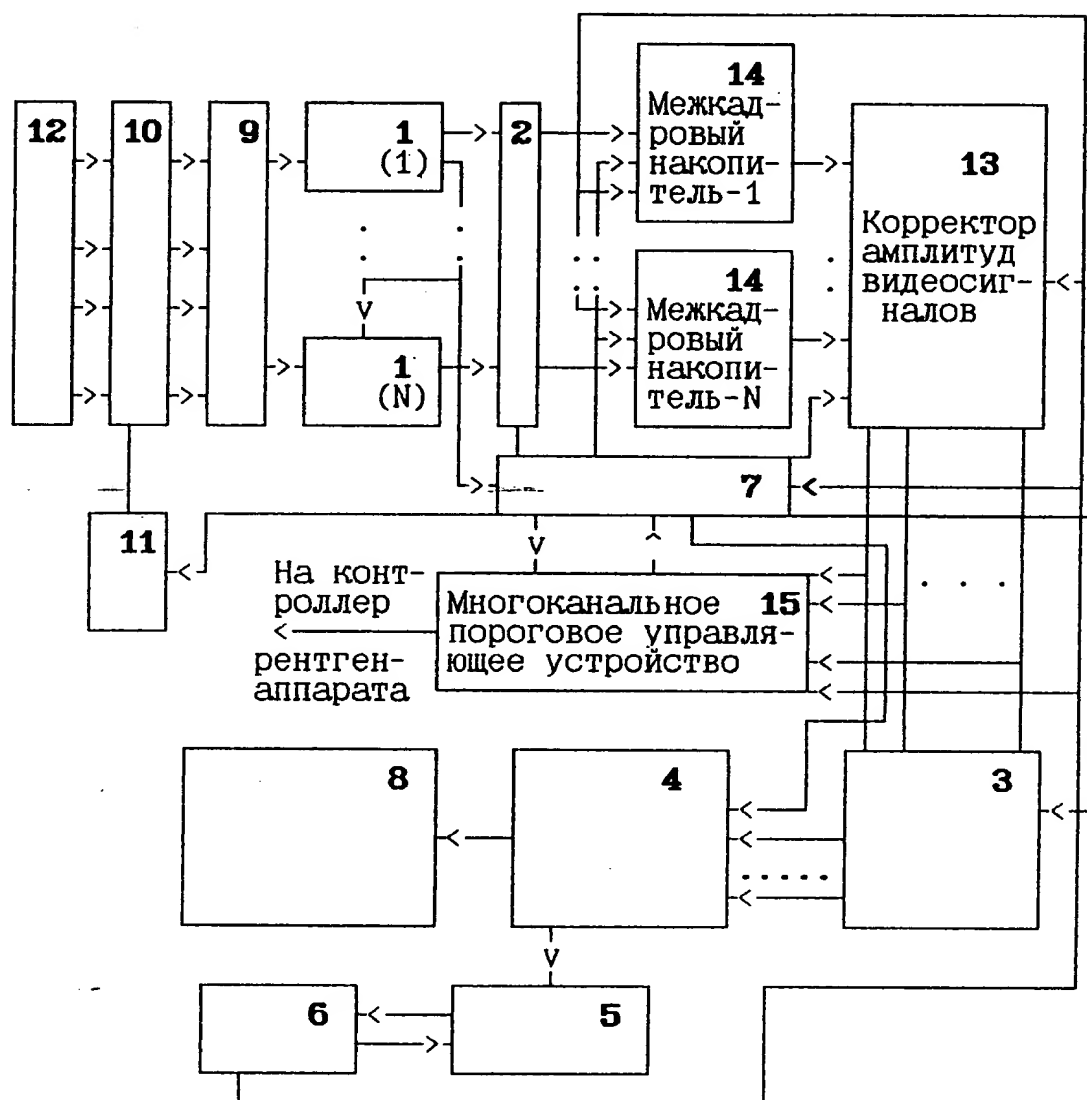
# ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ



Фиг. 1

Соавторы-созаявители:  
С. И. Мирошниченко  
Е. О. Жилко  
В. В. Кулаков  
А. А. Невгасимый

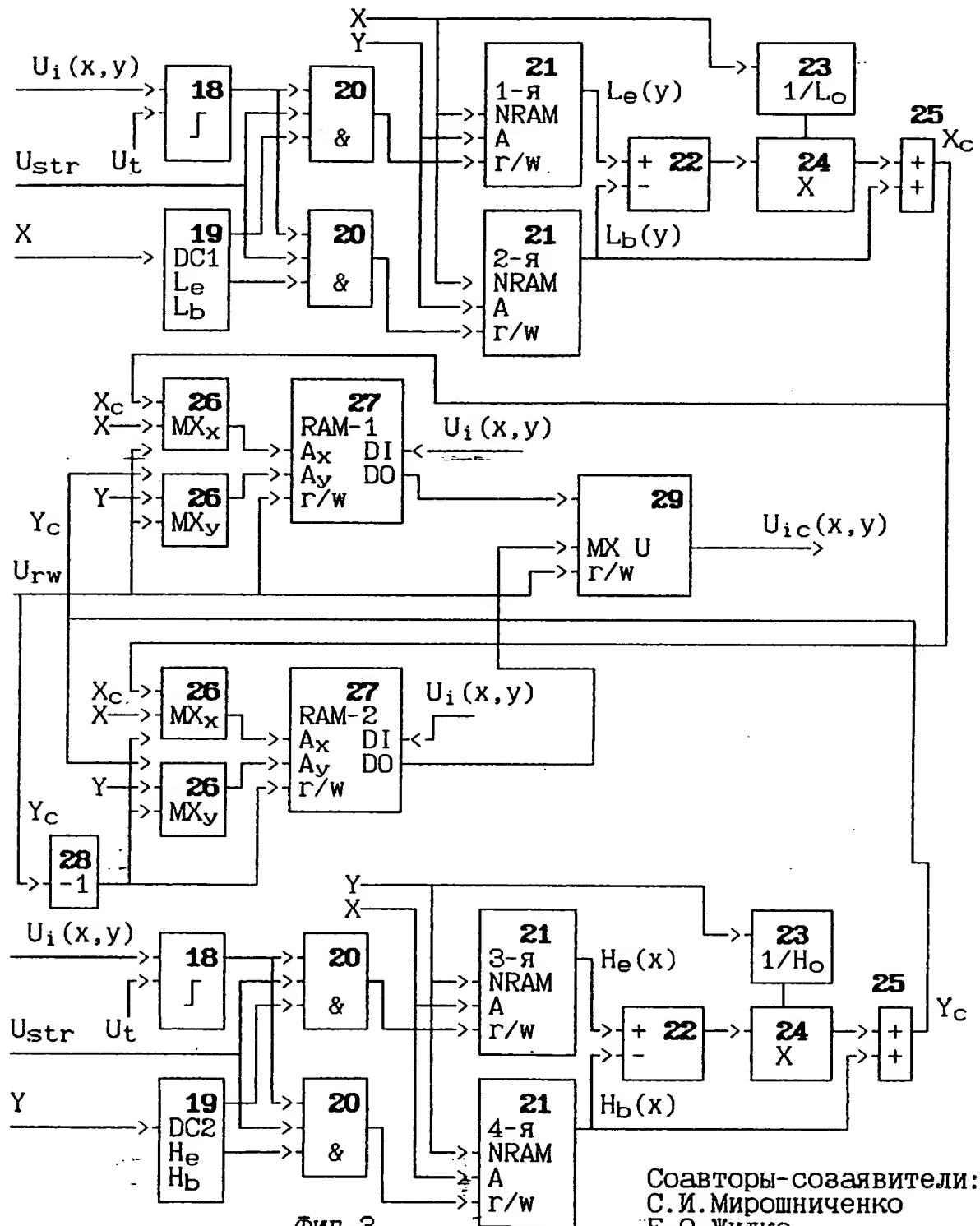
# ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ



Фиг. 2

Соавторы-созаявители:  
С. И. Мирошниченко  
Е. О. Жилко  
В. В. Кулаков  
А. А. Невгасимый

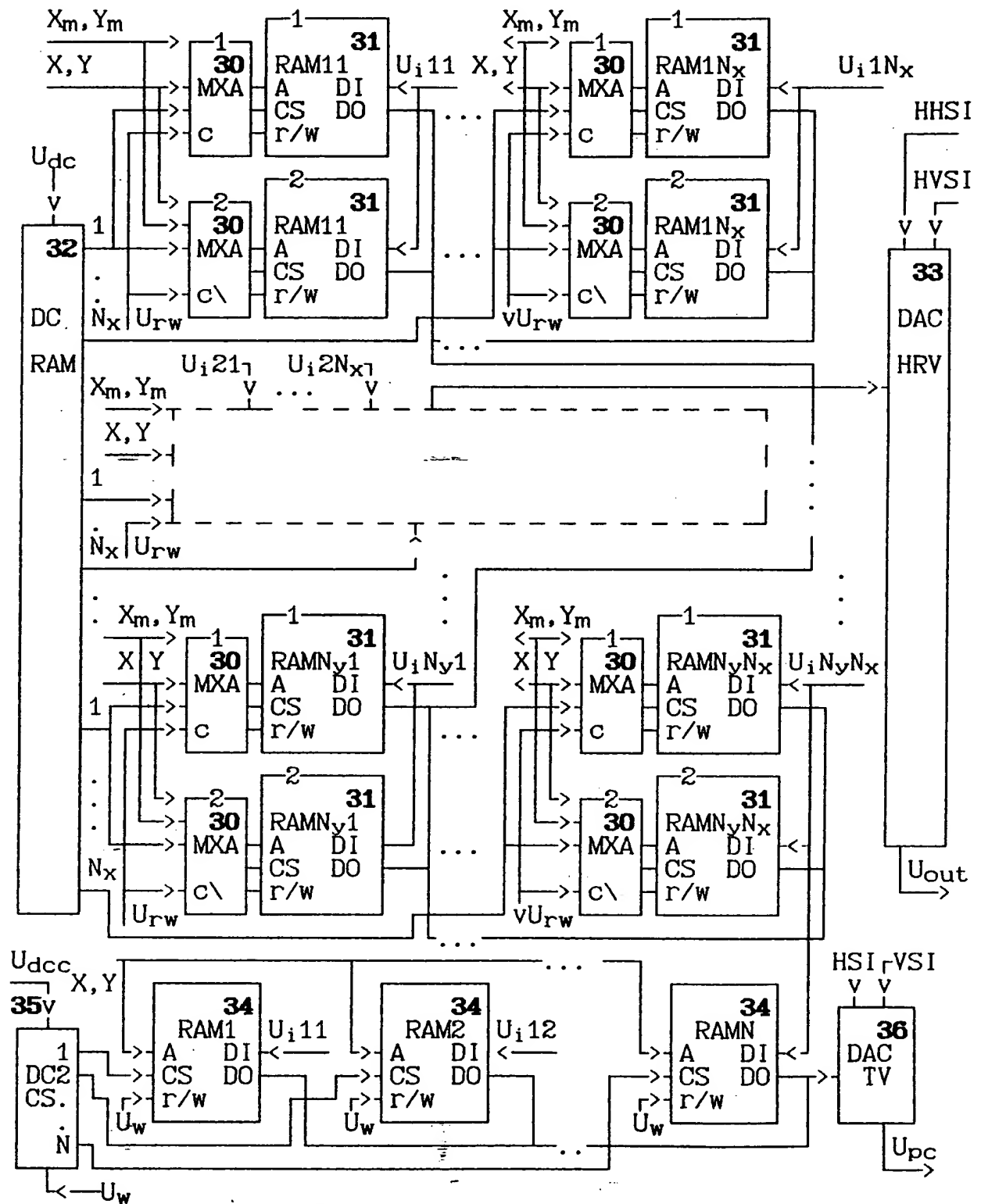
# ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ



Фиг. 3

Соавторы-созавители:  
 С. И. Мирошниченко  
 Е. О. Жилко  
 В. В. Кулаков  
 А. А. Невгасимый

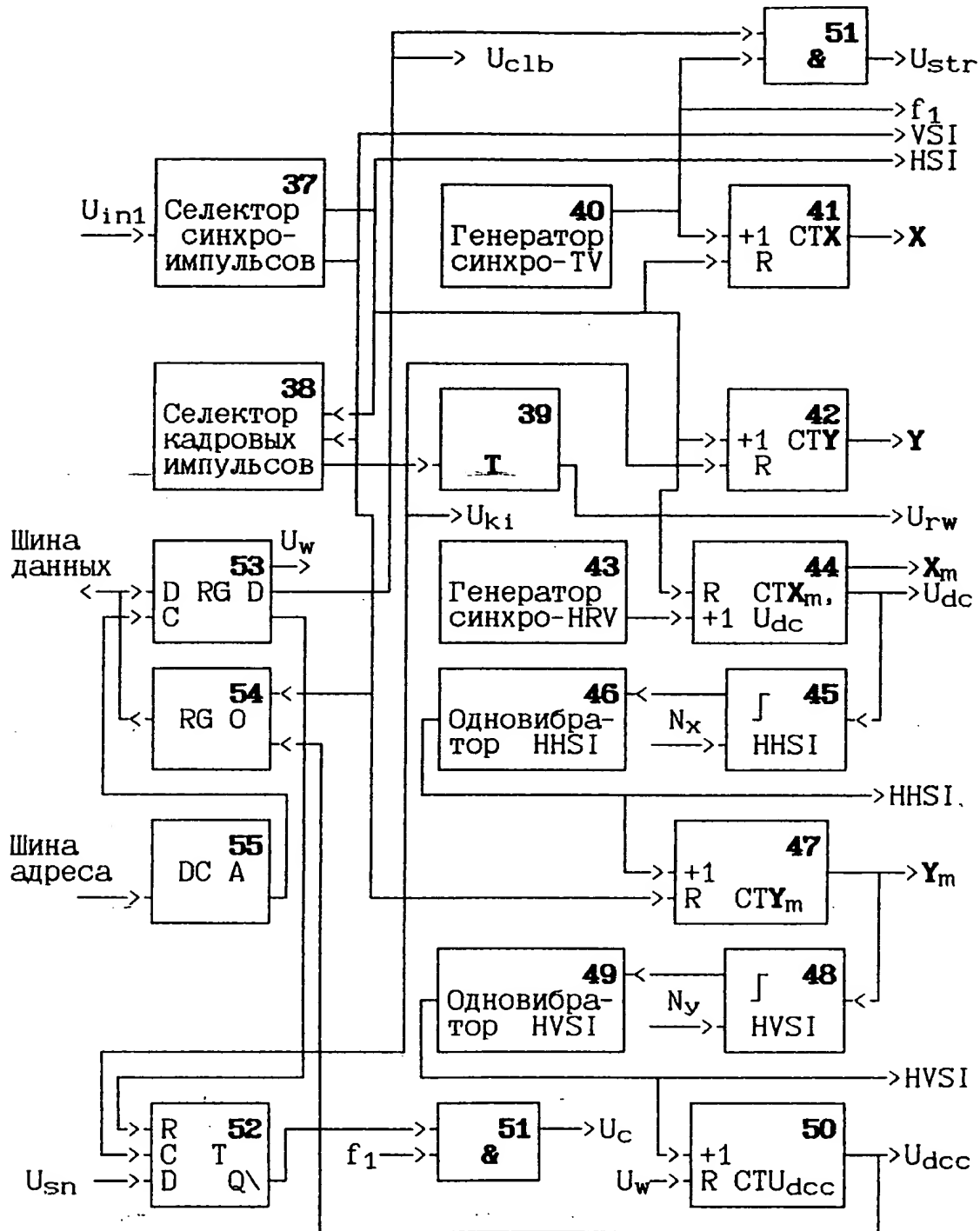
# ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ



Фиг. 4

Соавторы-созаявители:  
 С.И.Мирошниченко В.В.Кулаков  
 Е.О.Жилко А.А.Невгасимый

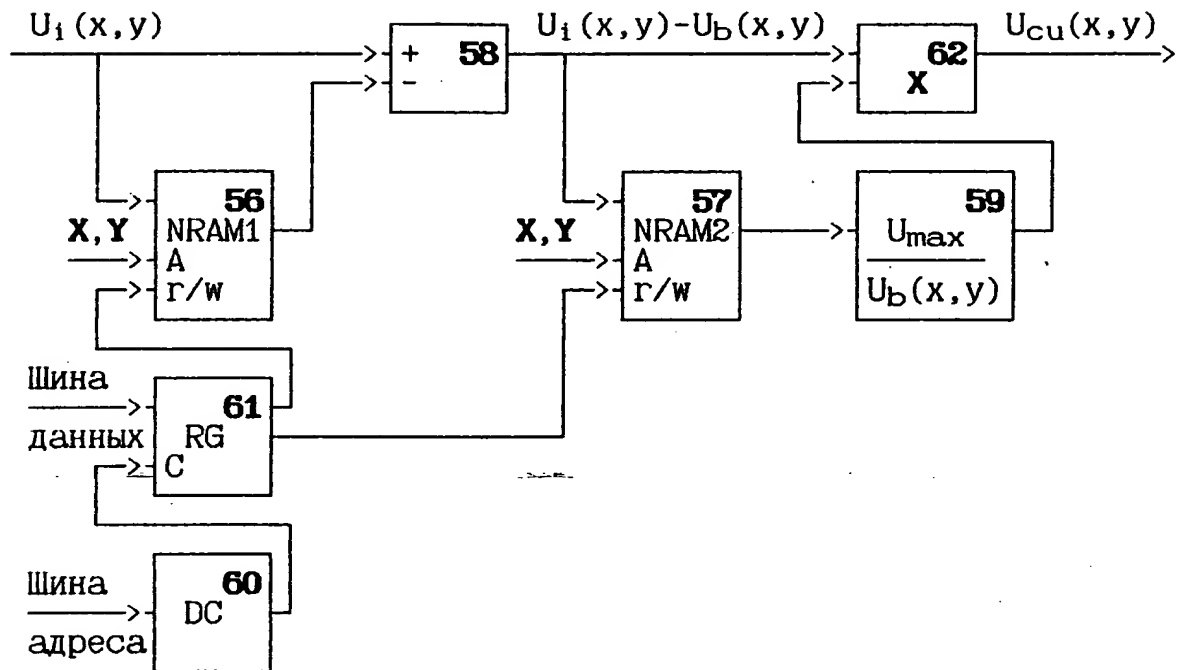
# ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ



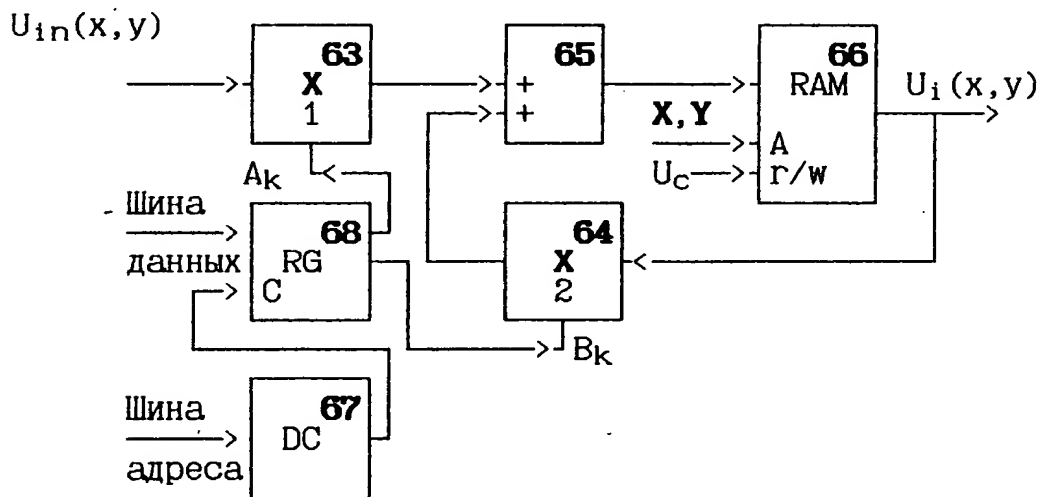
Фиг. 5

Соавторы-созаявители:  
 С. И. Мирошниченко В. В. Кулаков  
 Е. О. Жилко А. А. Невгасимый

# ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ



Фиг. 6

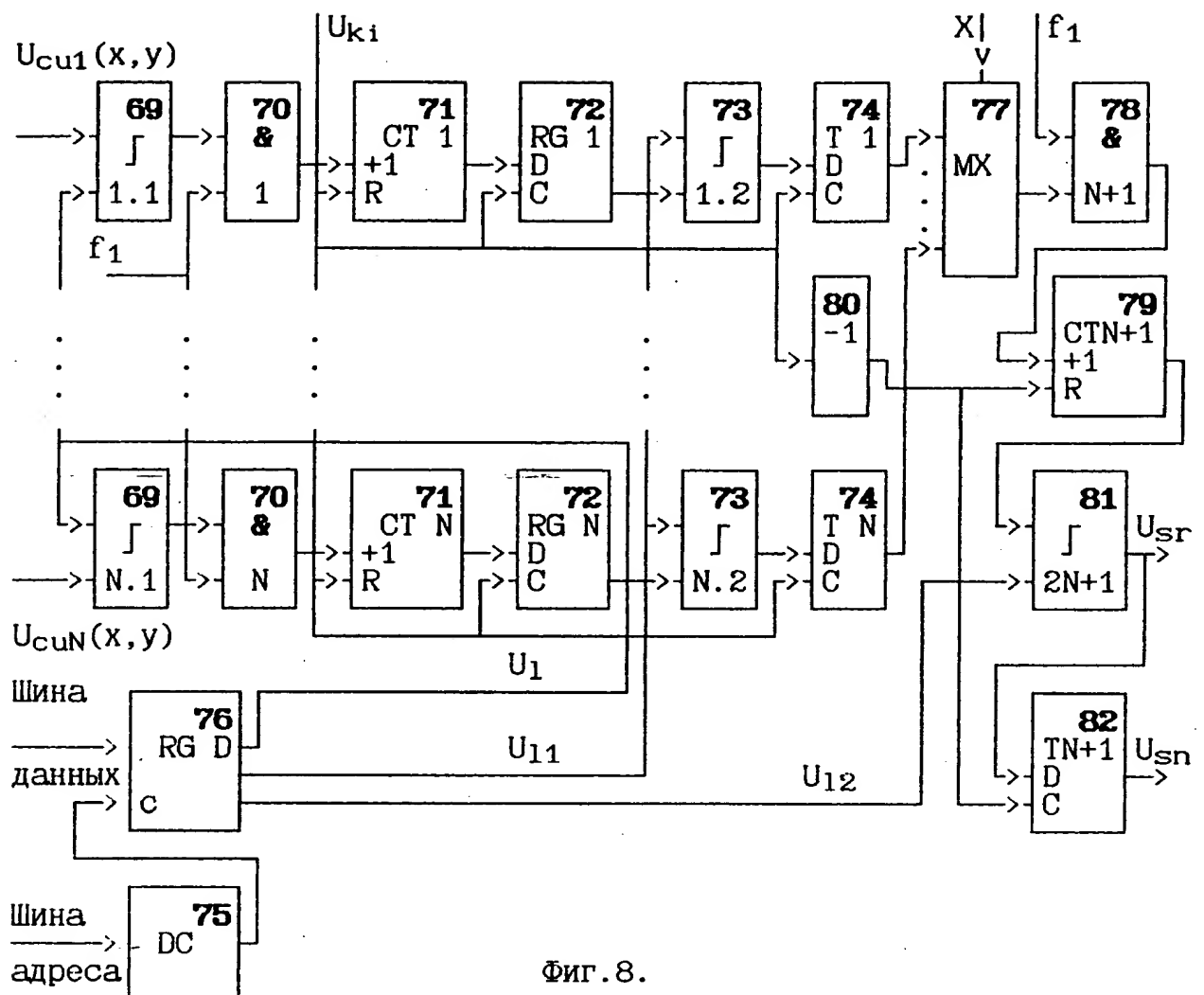


Фиг. 7.

Соавторы-созаявители:  
С. И. Мирошниченко  
Е. О. Жилко  
В. В. Кулаков  
А. А. Невгасимый



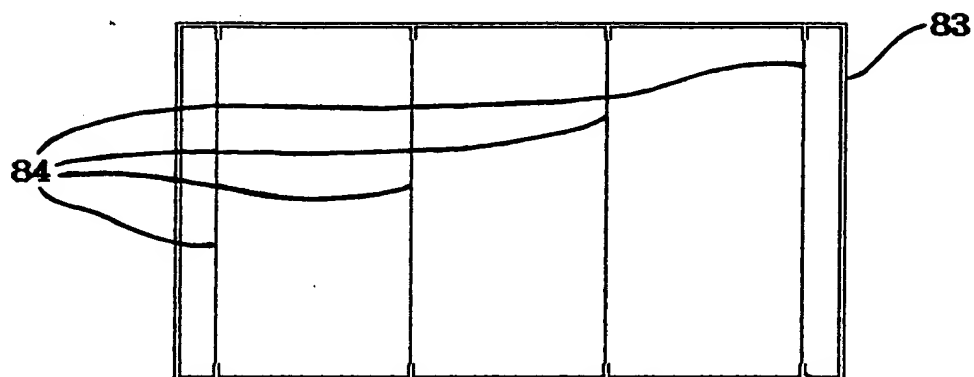
# ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ



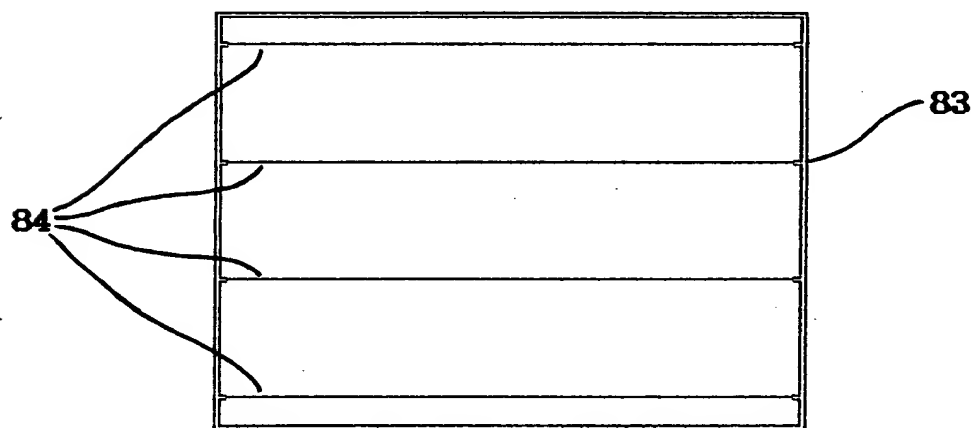
Фиг. 8.

Соавторы-созаявители:  
С. И. Мирошниченко  
Е. О. Жилко  
В. В. Кулаков  
А. А. Невгасимый

ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА  
ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ



Фиг. 9



Фиг. 10

Соавторы-созаявители:  
С. И. Мирошниченко  
Е. О. Жилко  
В. В. Кулаков  
А. А. Невгасимый

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**